

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Sähkötekniikka

INSINÖÖRITYÖ

**TYÖVÄLINEIDEN KÄYTTÖPÄÄTÖKSEN MUKAINEN VAATIMUSTENMU-
KAISUUDEN ARVIOINTI VANHOILLE KÄYTÖSSÄ OLEVILLE KONEILLE JA
KONELINJOILLE**

**Työn tekijä: Jyrki Aaltonen
Työn valvoja: Jari Ijäs
Työn ohjaaja: Juha Alkio**

Työ hyväksytty: __. __. 2006

Jari Ijäs

ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Inspecta Tarkastus Oy:lle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita Di Juha Alkiota ja insinööri Jorma Pahkalaa.
Työn valvoja on lehtori Jari Ijäs

Helsingissä 21.4.2008

Jyrki Aaltonen

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Jyrki Aaltonen	
Työn nimi: Työvälineiden käyttöpäätöksen mukainen vaatimustenmukaisuuden arviointi vanhoille käytössä oleville koneille ja konelinjoille	
Päivämäärä: 21.4.2008	Sivumäärä: 47 s. + 1 liite
Koulutusohjelma: Sähkövoimatekniikka	
Työn valvoja: lehtori Jari Ijäs	
Työn ohjaaja: Juha Alkio	
<p>Työssä on tavoitteena saada tarkastuksilla käytettävä tarkastuslista, jonka avulla tarkastuksista saadaan laadukas ja yhtenäinen tuote.</p> <p>Työssä käydään läpi pääpiirteittäin koneturvallisuuteen vaikuttavat lait, standardit ja direktiivi. Käsitellään lain ja sen pohjalta annettujen säädösten kehitys ja nykypäivä. Lisäksi selvitetään, kenelle kuuluu, kussakin koneen elinkaaren vaiheessa, vastata turvallisuudesta ja kuinka sitä tulee seurata, sekä mitä vaaditaan säädösten yhteensovittamiselta.</p> <p>Pääpaino on sähköjärjestelmien koneturvallisuutta koskevissa vaatimuksissa ja siinä mitä sähköjärjestelmiltä vaaditaan. Käsitellään lyhyesti, kenen tulee missäkin koneen kehitysvaiheessa tehdä turvallisuustoimenpiteisiin vaadittava riskien arviointi. Sähköjärjestelmien vaatimukset jaotellaan työssä kahteen ryhmään eli sähköisiin vaatimuksiin ja ohjauspiireille asetettuihin vaatimuksiin. Sähköiset vaatimukset on jaoteltu kuuteen alakohtaan, siten kun ne on järjestetty standardissa. Ohjauspiirit on vastaavasti jaoteltu seitsemää alakohdtaa standardin mukaisesti. Tarkastuksen vaatimukset ovat esitetty kussakin kohdassa, kuten ne on esitetty standardissakin.</p> <p>Työhön on liitetty työkalu, minkä avulla koneen tarkastamiseen liittyvät alueet eivät ole pelkästään muistin varassa. Työkalulla saadaan yhtenäistettyä tarkastajien suorittamat tarkastukset, siten että ne vastaavat työturvallisuuslain mukaista tarkastusta.</p> <p>Työn aikana on suoritettu yksi todellinen koneeseen kohdistuva tarkastus, mikä on antanut työkalun kehittymiselle oman todellisuuspohjansa. Tarkastus on suoritettu Saint-Gobain Isover Oy:n tehtaalla.</p>	
Avainsanat: Koneturvallisuus, Standardi, Käyttöpäätös ja Riskinarviointi	

ABSTRACT

Name: Jyrki Aaltonen	
Title: Evaluation of the conformity assessment to the old machine and machine lines in use which in accordance with the use decision of tools	
Date: 21.4.2008	Number of pages: 47
Department: Electrical Engineering	Study Programme: Power Systems
Instructor: Jari Ijäs	
Supervisor: Juha Alkio	
<p>The common objective of this specified work was a checklist to be used in an inspection to make sure acceptable and similar quality level of this kind of inspections.</p> <p>In this work the directive, the laws and the standards of safety of machines are processed generally in other words development and validity of the regulations.</p> <p>The work deals also how to match the regulations with each other.</p> <p>The work deals with who is responsible for the safety of the machine and how the industrial safety must be secured during the lifespan of the machine. Furthermore, it is clarified to whom it will belong, at each stage of the lifespan of the machine, to be responsible for the safety and how it to be followed has.</p> <p>The main issue is safety of the electric systems in the machines.</p> <p>Is briefly dealt with who has to make the evaluation of risks required to the safety measures at a given phase of development of the machine.</p> <p>The demands of the electric systems are divided into two groups, in other words into the electric demands and into the demands set for the control circuits.</p> <p>The demands of electricity are divided into six chapters as they are in the standards.</p> <p>Correspondingly the control circuits have been divided according to the standard seven subsections.</p> <p>The demands of the inspection are presented in each section, such as they have been presented also in a standard. In this work there is a tool which ought to assure that inspection is not only memory-resident.</p> <p>Purpose of this tool is to harmonize all inspections so that every one of them meets the law of safety at work.</p> <p>One real inspection which is directed to the machine has been performed during the work which has provided its own reality basis for the development of the tool.</p> <p>The inspection has been performed at the factory of Saint-Gobain Isover Oy.</p>	
Keywords: quality level, the demands of electricity, safety of machines, the inspection	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	LAIN KEHITYSHISTORIAA	2
3	LAINSÄÄDÄNTÖ	2
3.1	Työturvallisuuslain tarkoitus	3
3.2	lain vaatimukset	5
3.3	Konetta koskevat muut säädökset	5
3.4	Valmistajan vastuu	6
4	SÄÄDÖKSIEN JA NORMIEN YHTEENSOVITTAMINEN	7
5	DIREKTIIVIN ALAISET KONEET	9
6	KONEEN ELINKAARI	9
7	VANHA KONE	12
8	KONEEN TURVALLISUUS	14
9	RISKIEN ARVIOINTI	15
9.1	Riskien arviointi suunnittelussa	16
9.2	Riskien arviointi valmistuksessa	18
10	SÄHKÖISET VAATIMUKSET	19
10.1	Sähkön syöttö	20
10.2	Ympäristö- ja käyttöolosuhteet	20
10.3	Liitântä, erotus- ja katkaisulaitteet	22
10.4	Suojaus sähköiskulta	23
10.5	Laitteiston suojaaminen	25
10.6	Potentiaalintasaus	25

11	OHJAUSPIIRIT JA TOIMINNAT	27
11.1	Toimintatavat	31
11.2	Toiminta	32
11.3	Käynnistäminen	32
11.4	Pysäyttäminen	32
11.5	Hätätoiminnot	33
11.6	Ohjaustoiminnot	35
11.7	Toimintaan lukitukset	36
11.8	Riskien minimoiminen ohjauksissa	36
11.9	Maasulun, jännite- ja virtakatkoksien virhetoiminnan minimointi	38
11.10	Ohjaus- ja hallintalaitteiston sijoitus, asennus ja kotelointi	39
12	JOHTIMET	40
13	MOOTTORI	41
14	VAROITUSKILVET, VAROITUSLAITTEET JA MERKINNÄT	42
15	DOKUMENTOINTI	43
16	TODENTAMINEN	44
17	TARKASTUKSET	45
17.1	tarkastaja	45
17.2	tarkastuslista	46
18	YHTEENVETO	46
	VIITELUETTELO	47
	LÄHDELUETTELO	47

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on selvittää, miten konedirektiivi 98/37/EY ja sen uusittu painos vuodelta 2006 (2006/42/EY), sekä käyttöpäätös 856/1998 ja tuleva uusittu käyttöpäätös vaikuttavat olemassa olevien koneiden turvalliseen käyttöön. Minkälaisia muutoksia koneille on tarvinnut tai tarvitsee tehdä, jotta ne täyttävät käyttöpäätöksen vaatimukset? Tavoitteena on myös luoda työkalu, minkä avulla vaatimustenmukaisuuden varmentaminen on yhdenmukaista. Koneiden valmistamisessa ja käytössä on noudatettava voimassa olevien direktiivin, työturvallisuuslain, valtioneuvoston päätöksiin ja normistojen mukaista käytäntöä. Vaatimustenmukaisuuden varmentamisen tulee perustua voimassa olevaan lainsäädäntöön ja koneen rakentamisajankohdan aikaisiin määräyksiin sekä näihin taannehtivasti vaikuttavia muutoksia tuoneisiin asetuksiin, päätöksiin tai lakeihin, siksi työssä käydään läpi myös lain kehityshistoriaa.

Koneiden valmistaminen, käyttö ja huolto olivat ennen direktiivejä huomattavasti tarkemmin viranomaisten valvonnassa, koska niiden markkinoille saataminen edellytti hyväksytysti suoritettuja testejä, joita viranomaiset valvoivat tai suorittivat. Käytön ja huollon turvallisuutta taas valvoivat ja valvovat osittain tänäkin päivänä työturvallisuusviranomaiset. Nykyisin valmistaja pyrki saavuttamaan vastaavan turvallisuustason käyttämällä valmistuksessaan sekä sertifioituja komponentteja että työmenetelmiä laadunhallintastandardien mukaisesti. Lisäksi valmistaja laatii laitteelleen vaatimustenmukaisuusvaikutuksen.

Toisena vaihtoehtona on koneen vapaaehtoinen vaatimustenmukaisuuden varmentaminen, jonka tekee EU:n alueella toimiva hyväksytty tarkastuslaitos. Tarkastaja arvioi valmistajan valmistaman koneen, asiakirjoista loppu-tuotteeseen asti. Koneen tulee täyttää käyttöpäätöksen sisältämien asiakirjojen vaatimukset elinkaarensa ajan.

2 LAIN KEHITYSHISTORIAA

Viranomaisten suorittamista ennakkotarkastuksista on siirrytty käytäntöön, missä valmistaja itse varmistaa koneen vaatimustenmukaisuuden. Viranomaisaikakaudella käytössä on ollut työturvallisuuslaki 299/1958. Suurimmat muutokset kuitenkin ovat tulleet Euroopan yhdentymisen myötä. Työturvallisuuslakia 299/1958 on muutettu useaan otteeseen, mutta muutokset ovat olleet vain pykäläkohtaisia. Ensimmäisten direktiivin mukaisten koneiden tuli vuoden 1995 alusta täyttää ko. konedirektiivin mukaisen käyttöpäätöksen vaatimukset. Vanha työturvallisuuslaki uudistettiin kokonaisuudessaan vasta lailla 738/2002, laista jätettiin kuitenkin voimaan koneita koskeva pykälä (40 §). Tämä pykälä korvattiin ja täydennettiin vuoden 2005 alussa voimaan tulleella lailla laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 26.11.2004/1016, ns. konelailla.

Viimeisin muutos on tulossa, kun uusi konedirektiivi (2006/42/EY) on saatettava kansalliseen lainsäädäntöön 29.6.2008 mennessä. Valmistajan on noudatettava uuteen konedirektiiviin pohjautuvaa kansallista lainsäädäntöä 29.12.2009 alkaen.

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

Koneita koskee Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 98/37/EY, jota on täydennetty kansallisilla säädöksillä. Direktiivi 98/37/EY käsittelee jäsenvaltioiden koneita koskevien lainsäädäntöjen lähentämistä vapaan liikkuvuuden takaamiseksi, heikentämättä kuitenkaan jäsenvaltioiden olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia. Direktiivissä määritellään sen vuoksi ainoastaan yleisesti sovellettavat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset, ne on esitetty direktiivin liitteessä 1.

Tärkeimmät koneturvallisuutta koskevat kansalliset säädökset ovat:

- työturvallisuuslaki (23.8.2002/738)
- laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (ns. *konelaki* 1016/2004)
- valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta (ns. *konepäätös* 1314/1994)

- valtioneuvoston päätös työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (ns. *käyttöpäätös* 856/1998)
- valtioneuvoston päätös henkilönostoista nosturilla ja haarukkatrukilla (ns. *henkilönostopäätös* 793/1999).

Direktiivi on uusittu 17.5.2006 direktiivillä 2006/42/EY, joka ei ole vielä astunut voimaan ja josta on tekeillä kansallinen uusi käyttöpäätös. Uusi konedirektiivi (2006/42/EY) on saatettava kansalliseen lainsäädäntöön 29.6.2008 mennessä. Valmistajan on noudatettava uuteen konedirektiiviin pohjautuvaa kansallista lainsäädäntöä 29.12.2009 alkaen. Uudella käyttöpäätöksellä on tällä hetkellä jo kiire.

3.1 Työturvallisuuslain tarkoitus

Lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua tapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. Työssä käytettävien koneiden ja laitteiden tulee olla niitä koskevien säännösten mukaisia ja sekä työhön, työolosuhteisiin sopivia että tarkoituksenmukaisia. Koneita ja laitteita on hoidettava, huollettava ja käytettävä asianmukaisesti. Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja huollosta.

Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004, sen tarkoituksena on varmistaa, että kone, työväline, henkilönsuojain tai muu tekninen laite on vaatimusten mukainen eikä aiheuta valmistajan tarkoittamassa käytössä tapaturman vaaraa eikä terveyden haittaa. Tarkoituksena on myös varmistaa, että asianmukaisesti suunniteltu, valmistettu ja varustettu tekninen laite voidaan esteettä luovuttaa markkinoille tai käyttöön. [1, 1 §.]

Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004, koskee työssä käytettäväksi tarkoitettuja koneita, työvälineitä, henkilönsuojaimia tai muita teknisiä laitteita.

Teknisiä laitteita ovat:

- konedirektiivin, henkilönsuojaindirektiivin, köysirata-direktiivin ja traktoridirektiivin soveltamisalaan kuuluvaa laitetta tai laiteyhdistelmää
- rakennushissiä, riipputelinettä, laserlaitetta, suurtaajuuslaitetta, pultti-pistoolia ja muuta kansallisesti säädettyä laitetta
- rakennustelinettä, kattotikkaita, jännebetonipalkkia, teräsvannetta, lastukoukkua ja muuta työvälinettä.

Lain mukaan valmistajan tulee suunnitella ja valmistaa tekninen laite rakenteiltaan, varusteiltaan ja muilta ominaisuuksiltaan sellaiseksi, että se soveltuu tarkoitettuun käyttöön eikä tällaisessa käytössä aiheuta tapaturman vaaraa eikä terveyden haittaa. Jos tapaturman vaaraa tai terveyden haittaa ei voida muutoin riittävästi poistaa, on valmistuksessa käytettävä tarkoituksenmukaisia suojaustoimenpiteitä. Vaaroista ja haitoista on varoitettava tehokkaasti. Henkilönsuojaimen on oltava tehokas niitä vaaroja vastaan, joilta suojaamaan se on tarkoitettu. [2.]

Turvallisuuden varmistaminen määritellään laissa vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi. Lain pykälässä 5 määritellään, miten vaatimustenmukaisuus on osoitettava. Tämä koskee soveltuvin osin jo markkinoille luovutettuja teknisiä laitteita ja niiden edelleen luovutusta. Luovuttajan on varmistuttava vaatimustenmukaisuuden säilymisestä. Tarkemmat säännökset on annettu valtioneuvoston asetuksilla 1314/1994 sekä 1406/1993.

3.2 lain vaatimukset

Kone on suunniteltava ja rakennettava niin, että se täyttää konepäättöksen vaatimukset. Suunnittelusta lähtien on huomioitava, ettei konetta voida käyttää normaalista poikkeavalla tavalla, josta voi aiheutua vaaraa.

Jos koneen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan kaikilta osin yhdenmukaistettuja standardeja, oletetaan koneen täyttävän olennaiset turvallisuusvaatimukset. Jos valmistaja poikkeaa yhdenmukaistettujen standardien vaatimuksesta, valmistaja joutuu osoittamaan, että vastaava turvallisuustaso on saavutettu. Yhdenmukaistettuja konekohtaisia standardeja on valmiina useista konetyypeistä.

3.3 Konetta koskevat muut säädökset

Konetta voi koskea muutkin säädökset tai direktiivit jotka maahantuojien myyjien ja muille käyttöön luovuttajien on huomioitava. Konetta vois siis koskea seuraavat direktiivit:

- pienjännitedirektiivi
- EMC-direktiivi
- ATEX- direktiivi
- paineastiadirektiivi
- kaasulaitedirektiivi
- ajoneuvodirektiivi

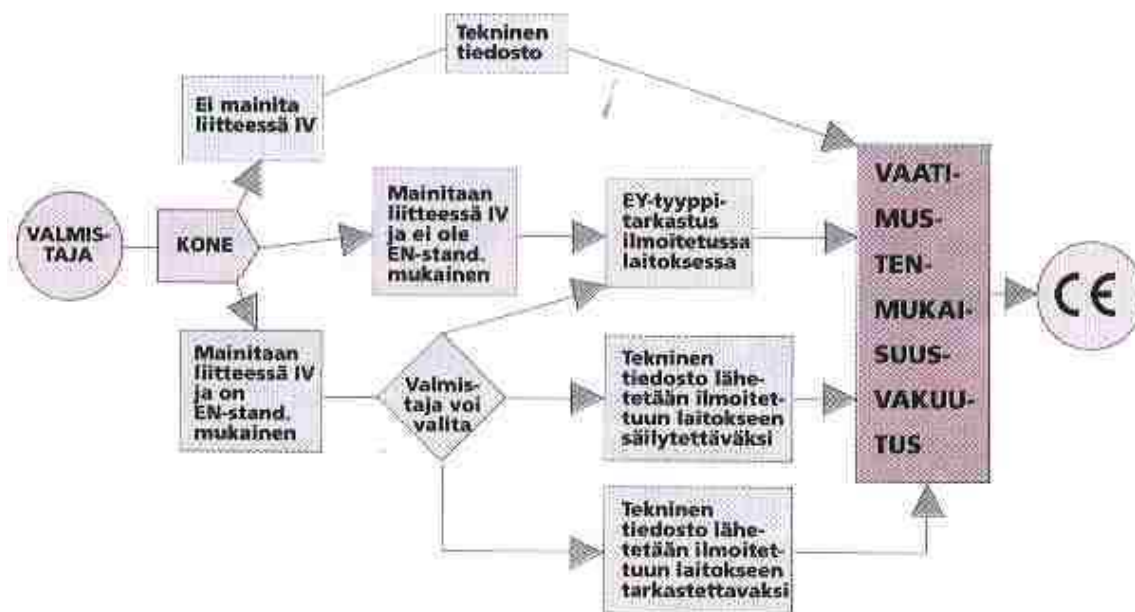
3.4 Valmistajan vastuu

Koneen valmistajalla on vastuu varmentaa että kone täyttää olennaiset vaatimukset. Vaatimustenmukaisuuteen ja EY-tyyppitarkastukseen liittyvät asiat on esitetty myös direktiivin liitteinä. Lakia eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 11.2004/1016 sovelletaan valmistajaan, maahantuojaan, myyjään ja muuhun henkilöön, joka luovuttaa teknisen laitteen Suomessa markkinoille tai käyttöön. Tekninen laite on kaikilta ominaisuuksiltaan, rakenteiltaan ja varusteiltaan sovelluttava tarkoitettuun käyttöön aiheuttamatta terveyden tai tapaturman haittaa tai vaaraa. Tämä velvollisuus on valmistajalla, joka voi osoittaa vaatimuksen täyttymisen vaatimustenmukaisuusvakuutuksella, teknisen laitteen ominaisuuksien edellyttämällä tavalla.

Valmistajan tulee:

- 1) luotettavasti osoittaa, että tekninen laite on vaatimusten mukainen. Vaaralliset tekniset laitteet on asiantuntijalaitoksen tyyppitarkastettava tai varmistettava niiden vaatimustenmukaisuus. Henkilösuojaimet jotka eivät ole yksinkertaisia tai ovat tarkoitettu suojaamaan muilta kuin vähäisiltä vaaroilta on asiantuntijalaitoksen tyyppitarkastettava tai varmistettava niiden vaatimustenmukaisuus.
- 2) koota vaatimustenmukaisuuden osoittamista ja valvontaa varten tekniset asiakirjat
- 3) laatia ja toimittaa laitteen mukana asianmukaiset käyttö- ja muut ohjeet
- 4) varustaa tekninen laite merkinnällä sen vaatimuksenmukaisuudesta ja, jollei sen tunnistaminen ole muuten ilmeistä, tarpeellisella tunnistamismerkinnällä.

Valtioneuvoston asetuksella annetaan tarkemmat säännökset teknisistä laitteista, joille on tehtävä tyyppitarkastus tai muu vaatimustenmukaisuuden varmentaminen. Asetuksella annetaan säännökset ko. menettelyn toteutukselle ja laitteen mukana toimitettavien ohjeiden sisällöstä sekä laitteeseen tehtävistä merkinnöistä. Kuvassa 1 on esitetty menettelytavat, joilla vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa.



Kuva 1. Menettelytavat joilla koneen vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa. [3]

4 SÄÄDÖKSIEN JA NORMIEN YHTEENSOVITTAMINEN

Yksittäistä konetta saattavat koskea useammat säädökset ja normit tilanteesta riippuen. Yhteensovittamisessa on huomioitava seuraavat asiat:

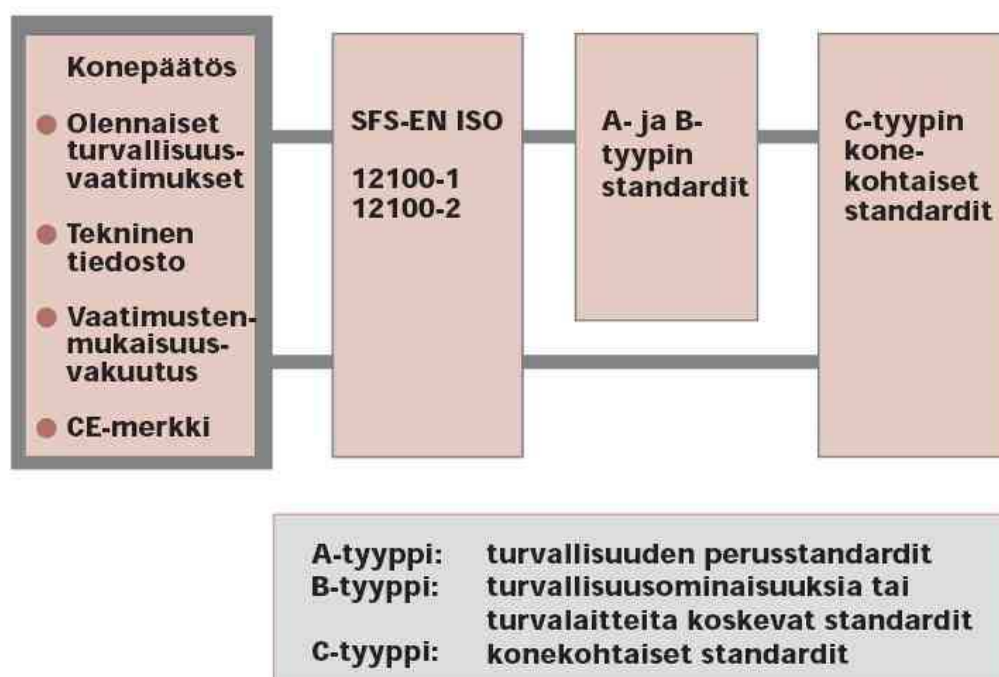
- Koneen aiheuttamat riskit.
- Turvallisuusvaatimukseen vaikuttaa ajankohta, jolloin kone on saatettu markkinoille tai milloin se on otettu käyttöön Euroopan talousalueella.
- Omistajan vaihdos talousalueella ei muuta turvallisuutta koskevia vaatimuksia. Kansalliset vaatimukset voivat olla käytetyille koneille erilaisia eri maissa.
- Talousalueen ulkopuolelta tuleville uusille ja käytetyille koneille määräykset ovat samat.
- Eräissä kansallisissa säädöksissä on vaatimuksia myös käytössä oleville koneille, jolloin koneiden turvallisuusvaatimukset voivat olla tiukempia kuin käyttöönottohetkellä olleet. Tällöin on kyse teknisen kehityksen antamasta mahdollisuudesta parantaa käytössä olevien koneiden turvallisuutta.
- Koneiden, jotka täyttävät yhdenmukaistetut eurooppalaiset standardit, oletetaan olevan olennaisten turvallisuus- ja terveysvaatimusten mukaisia.

- Yhdenmukaistettujen standardien puuttuessa voi valmistaja, koneen EU-alueelle tuoja tai edelleen luovuttaja käyttää kansallisia ja muita teknisiä eritelmiä, joiden avulla täytetään olennaiset turvallisuusvaatimukset. Tällöin on em. tahon viranomaisten vaatiessa osoitettava, että konepäättöksen olennaiset turvallisuus- ja terveysturvallisuusvaatimukset täyttyvät.

Yhdenmukaiset koneturvallisuuteen liittyvät standardit luokitellaan kolmeen päätyyppiin A, B ja C. Näiden suhde lakiin on esitetty kuvassa 2. Nämä kuvastavat ja vakiinnuttavat käytettävissä olevaa tekniikkaa ja sen kehityksen tasoa. Yhdenmukaistettujen standardien vaatimuksia turvallisuustasosta ei voida alittaa terveysturvallisuus- ja turvallisuusvaatimuksia vaarantamatta.

Luokittelut ovat:

- A. Kaikille koneille sovellettavissa olevat turvallisuuden perusstandardit
- B. Standardit, mitkä käsittelevät yhtä turvallisuusnäkökohtaa
- C. Konetyyppikohtaiset standardit



Kuva 2. Standardityypit [3]

Standardisointiorganisaatiot pitävät yllä luetteloita yhdenmukaistetuista standardeista, Suomessa SFS.

Työturvallisuuslaissa on lisäksi velvoitteita mitkä eivät riipu koneen ensimmäisestä käyttöönoton ajankohdasta tai siitä, markkinoidaanko konetta uu-

tena vai käytettynä. Nämä koskevat maahantuojia, myyjiä ja muille käyttöön luovuttajia.

5 DIREKTIIVIN ALAISET KONEET

Direktiivin soveltamista Suomessa ohjaa ns. konepäätös. Päätös koskee konepäätöksessä olevan määritelmän mukaisia koneita, lukuun ottamatta päätöksessä mainittuja poikkeuksia. Päätöstä sovelletaan jokaiseen uuteen koneeseen, sekä soveltuvien osien käytössä oleviin koneisiin, joita myydään, vuokrataan tai muuten luovutetaan edelleen. Päätös koskee myös Euroopan talousalueelle vietäviä, niin kotimarkkinoille kuin omaan käyttöön valmistettuja tai tuotuja sarjavalmisteesia sekä yksittäiskappalein valmistettuja. Päätöksen alainen kone voi olla pienestä käsikäyttöisestä suureen konelinjastoon.

6 KONEEN ELINKAARI

Koneen vaatimustenmukaisuusvakuutuksen tulee toimia elinkaariajattelun mukaisesti alusta loppuun asti. Konetta tulee myös käyttää ja huoltaa niin, että se säilyttää markkinoille saatettaessa olleen vaatimustenmukaisuustasonsa ja käyttöpäätöksissä vaaditut taannehtivat parannukset turvallisuuteen. Konepäätöksessä säädetään koneen suunnittelusta, rakentamisesta ja vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta. Kuvassa 3 on kuvattu, miten koneen elinkaari rakentuu ja mitä siihen kuuluu.

Suunnittelu: Suunnittelijan vastuu; Parhaiten ja edullisimmin koneen turvallisuuteen voidaan vaikuttaa suunnitteluvaiheessa. Kun koneet suunnitellaan turvallisiksi, on helpompaa varmistaa niiden turvallisuus elinkaaren kaikissa vaiheissa. Jälkikäteen tehdyt suojausratkaisut ovat usein turvallisuudeltaan riittämättömiä, hankalia käyttää ja kalliita toteuttaa.

Valmistus: Koneen valmistaja vastaa siitä, että koneen suunnittelussa on noudatettu konepäätöstä. Valmistajan on rakennettava kone konepäätöksen olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti, laadittava ohjeet, tehtävä tarvittavat merkinnät, laadittava tekninen rakennetiedosto, tehtävä vaatimustenmukaisuusvakuutus, kiinnitettävä CE-merkintä ja teetettävä tarvittaessa EY-tyyppitarkastus.

Markkinointi: Markkinointiin liittyy olennaisesti maahantuonti. Maahantuontia voi olla kolmenlaista, tuonti Euroopan talousalueelta, käytetyn koneen

tuonti Euroopan talousalueelta tai maahantuonti Euroopan talousalueen ulkopuolelta.

Hankinta: Työantajan, joka hankkii työssä käytettävän koneen tai työvälineen, on huolehdittava että se täyttää sitä koskevat lainsäädännön vaatimukset. Työpaikalle hankittavien uusien koneiden on oltava konepäättöksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisia, samoin kuin Euroopan talousalueen ulkopuolelta tuotavien uusien ja käytettyjen koneiden. Käytettyjen koneiden ja muiden työvälineiden on oltava käyttöpäättöksen mukaisia.

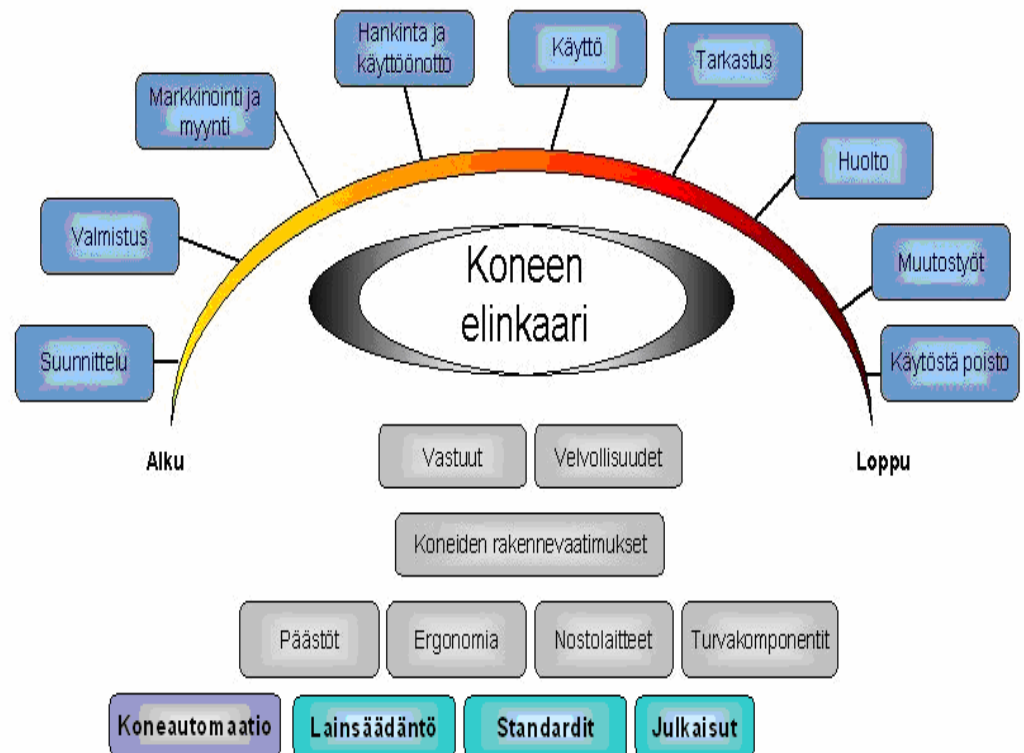
Käyttö: Työnantajan on huolehdittava, että työväline on vaatimustenmukainen ja turvallinen, työväline tulee sopia käyttöolosuhteisiin, työskentelyssä on otettu huomioon ergonomiset periaatteet, käyttäjällä on riittävä ammattitaito, työntekijä on opastettu tehtäviinsä, työvälinettä käytetään käyttötarkoituksen mukaisesti ja käyttötavat ovat turvallisia (erityisesti tulee huomioida poikkeavat olosuhteet ja käyttötavat). Työnantajan on huolehdittava, että työntekijät ovat tietoisia heitä koskevista vaaroista ja työympäristössään olevista työvälineistä aiheutuvista vaaratekijöistä riippumatta siitä, käyttävätkö he itse näitä työvälineitä.

Tarkastus: Käyttöpäättöksen(856/1998) mukaisesti tietyille koneille on tehtävä käyttöönotto- tai määräaikaistarkastus. Käyttöönottotarkastus tehdään ennen koneen tai työvälineen ensimmäistä käyttöönottoa. Tarkastuksessa selvitetään, että asennus on suoritettu asianmukaisesti ja että sen hallinta- ja turvalaitteet toimivat oikein. Määräaikaistarkastukset ovat tietyin määräajoin suoritettavia tarkastuksia, joilla varmistetaan, että koneen tai työvälineen kunto ja ominaisuudet eivät ole käytön tai kulumisen sekä sään tai muiden ulkoisten tekijöiden vuoksi heikentyneet ja että käytön turvallisuus ei ole näistä syistä vaarantunut.

Huolto/kunnossapito: Työnantajalla on vastuu, että kone tai työväline pidetään sen elinkaaren ajan kunnossa, riittävän huollon ja korjausten avulla. Näiden kuntoa on jatkuvasti valvottava.

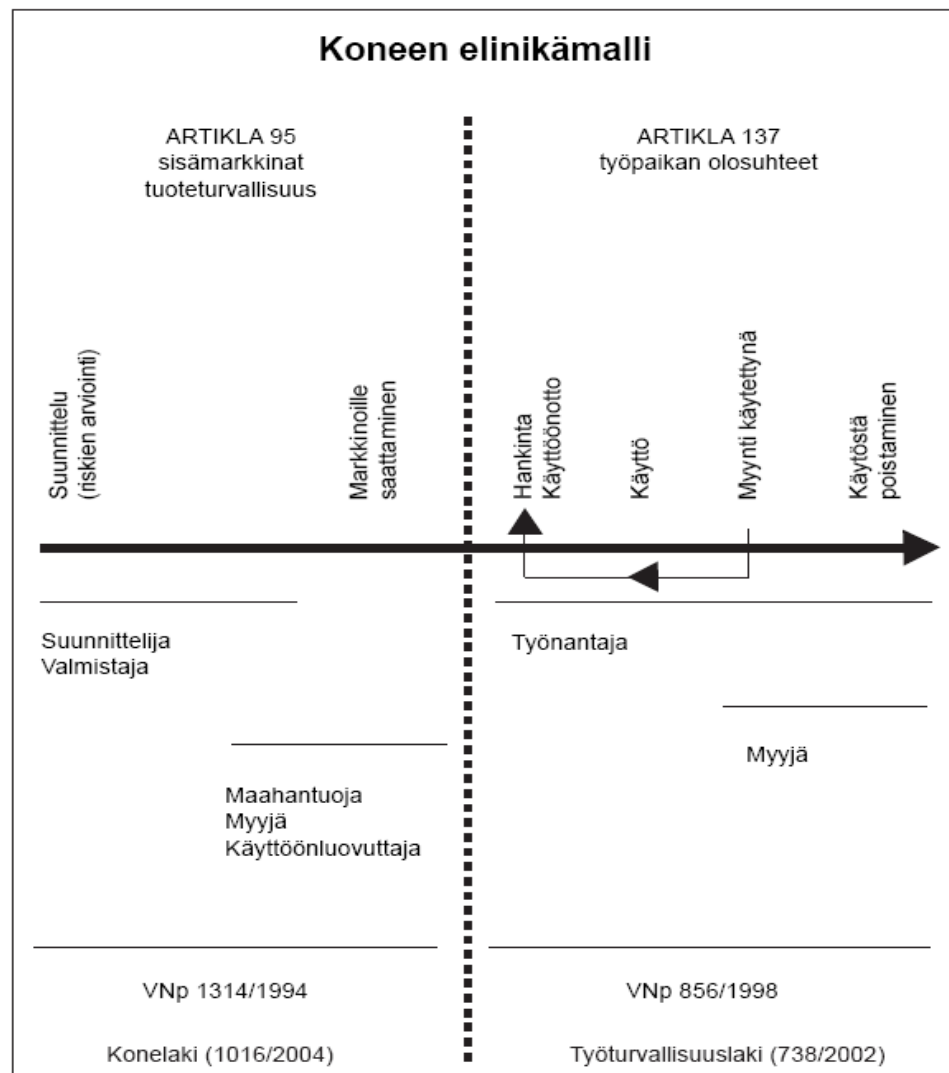
Muutostyöt: Muutostyö on joko koneen kunnostamista, jolloin konepäättöstä ei sovelleta tai sellaista missä koneen käyttötarkoitus muuttuu ja muutoksesta tulee konepäättöksen soveltamisen alainen.

Käytöstä poisto: Mikäli käytöstä poistettu kone otetaan uudelleen käyttöön, voidaan näin toimia vain varmistamalla, että se täyttää konetta koskevat turvallisuusvaatimukset. Käytöstä poistettu kone voidaan myydä romuna, mutta tällöin on varmistettava, ettei se tule uudelleen käyttöön turvallisuusvaatimusten vastaisena.



Kuva 3 Koneen elinkaarimalli [3]

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty yhteenveto tärkeimmistä koneita koskevista säännöksistä koneen eliniän eri vaiheissa. Kuvista käy ilmi kenellä on missäkin elinkaaren vaiheessa vastuu koneen turvallisuudesta.



Kuva 4. Tässä on yhteenveto tärkeimmistä säännöksistä koneen eliniän eri vaiheissa.[2]

7 VANHA KONE

Valtioneuvoston päätöksessä, työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta, 856/1998 (käyttöpäätös) luvuissa 2 ja 3 esitetään vaatimuksia käytössä olevien koneiden turvallisuudelle.

VTT/Valmistustekniikka teki vuonna 1997 tutkimuksen, käyttöpäätöksen edellyttämistä muutoksista käytössä oleviin koneisiin. Tutkimuksen mukaan vanhojen koneiden alkuperäinen turvallisuustaso on jäänyt alemmalle tasolle kuin nykyaikaisten koneiden. Vanhojen koneiden riskien arvioinnissa tulee huomioida tekniikan nykytaso (the state of the art). Käytössä olevilta koneilta ei kuitenkaan voida edellyttää korkeampaa turvallisuustasoa kuin konepäättös edellyttää uusilta koneilta. Käyttöpäätöksen vaatimukset voidaan jakaa

viiteen pääalueeseen, jotka helpottavat vaatimusten tarkistamista ja todentamista.

Pääalueita ovat.

1. Hallintalaitteiden ja ohjausjärjestelmien yleiset vaatimukset
2. Hallintaelimet, käynnistys ja pysäytys
3. Turvalaitteet ja suojukset
4. Koneen käyttötarkoitus ja käytettävyys
5. Energian katkaisu, varoituslaitteet, varoitukset ja merkinnät

Teollisuudessa esim. valimoissa on koneita, joita on otettu käyttöön kymmenien vuosien aikana. Näille ei ole aikoinaan ollut erityisiä määräyksiä ja siten on tärkeää tarkistaa täyttävätkö nämä koneet käyttöpäätöksen luvun 2 vaatimukset. Vastuu vaatimuksien täyttymisestä on työnantajalla.

Vanhoissa koneissa merkittävimmät ongelmat tulevat tilanteissa, joissa koneeseen tehdään muutoksia. Muutokset voivat olla perusteellisia tai merkitäviä, tällöin saattaa olla kysymys joko käytetyn koneen muutoksesta tai uuden koneen rakentamisesta.

Toimintatavan ja turvallisuusominaisuuksien pysyessä ennallaan, on kyse käytetyn koneen kunnostamisesta ja konepäätöstä ei sovelleta kokonaisuudessaan. Tällöinkin koneeseen tule soveltaa konepäätöksen lukuja 2 ja 3, jolloin siihen tulee tehdä näiden lukujen vaatimet toimenpiteet, esim. liikkuvien tai pyörivien osien suojaus.

Koottaessa kone käytetyistä osista, ei voida aikaisemmin tehtyjä riskin arvioita ja turvallisuustoimenpiteitä sellaisenaan soveltaa, vaan koneen katsotaan olevan uusi ja konepäätöstä sovelletaan sellaisenaan. Tämä koskee kaikkia sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat koneen käyttötarkoitukseen ja turvallisuuteen. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi merkittävät muutokset koneen turvalaitteissa, ohjausjärjestelmässä tai käytettävässä.

Työsuojeluviranomaiset valvovat koneiden turvallisuutta. Mikäli vanha käytössä oleva kone ei enää vastaa tekniikan kehityksen mahdollistamaa turvallisuustasoa tai sen käyttöolosuhteet edellyttävät, voivat työsuojeluviranomaiset työsuojelun valvontalain nojalla määrätä koneen turvallistamisesta.

8 KONEEN TURVALLISUUS

Vaarat poistetaan tai vähennetään suunnittelemalla ja rakentamalla kone turvallisiksi. Vaarojen poistamisessa voidaan ajatella olevan useampia vaiheita. Suunnitteluvaiheessa tehdään arvioitujen riskien ensimmäiset poistot ja vähentämiset. Suunnittelemalla koneen lujuusominaisuudet vastaamaan käyttötarkoitusta ja sijoittamalla voimansiirto ja sekä liikkuvat että pyörivät osat rungon sisälle, huomioimalla työvaiheiden ergonomiset periaatteet. Automatisoidaan käsin tehtävät työvaiheet minimiin, soveltaen turvallisuusperiaatteita ohjausjärjestelmien suunnittelussa vaarojen poistamiseksi.

Rakentamisvaiheessa riskit arvioidaan uudestaan ja suunnitellaan turvallisuustekniikan avulla poistettavat vaarat. Turvallisuustekniikkaa eli suojuksia ja turvalaitteita on käytettävä suojaamaan henkilöitä sellaisilta vaaratekijöiltä, joita ei voida poistaa tai riittävästi rajoittaa suunnittelun avulla. Suojusten ja turvalaitteiden valinta perustuu koneelle tehtyyn riskin arviointiin. Suojusten ja turvalaitteiden yleiset rakennevaatimukset on esitetty standardin SFS-EN 292-2 kohdassa 5. Jos konetyypistä on yhdenmukaistettu standardi olemassa, on siinä kuvattu yksityiskohtaisesti käytettävissä oleva turvallisuustekniikka.

Valmiiseen koneeseen saattaa jäädä tiettyjä riskejä tai vaaratekijöitä, joita ei voida poistaa edellisissä vaiheissa vaan joiden poistaminen tapahtuu laatimalla koneelle ohjeet. Ohjeiden vähimmäissisältö on esitetty konepäätöksessä. Ohjeiden sisältöön vaikuttaa, onko kone tarkoitettu ammattikäyttöön vai kuluttajien käyttöön. Koneen valmistajan on jo suunnittelun alkuvaiheessa ratkaistava ohjeiden sisältö arvioitaessa koneeseen liittyviä vaaroja sekä pohdittaessa koneen käyttötarkoitusta ja ennakoitavissa olevia vääriä käyttötapoja.

Standardin SFS-EN 292- 2 kohdassa 6 sekä konekohtaisissa standardeissa on ohjeita koneen mukana toimitettavien asiakirjojen laadintaa varten. Koneen mukana on oltava ohjeet suomen ja ruotsin kielellä ja muualle Euroopan talousalueelle viettäessä ko. maan virallisella kielellä. Koneen valmistajan palveluksessa olevien asiantuntijoiden tarvitsemat ohjeet, esim. asennus- ja huolto-ohjeet, voivat olla ko. asiantuntijoiden ymmärtämällä kielellä.

9 RISKIEN ARVIOINTI

Koneen raja-arvojen määrittämisen jälkeen suunnittelija tunnistaa koneen vaarat. Vaarat jaetaan yhteentoista alakohtaan aiheuttavan ominaisuutensa mukaan seuraavasti:

- mekaaniset vaarat
- sähköstä johtuvat vaarat
- lämpötilasta johtuvat vaarat
- melusta aiheutuvat vaarat
- värinän aiheuttamat vaarat
- säteilyn aiheuttamat vaarat
- materiaalien ja aineiden aiheuttamat vaarat
- ergonomian huomiotta jättämisestä aiheutuvat vaarat
- liukastumis-, kompastumis- ja putoamisvaarat
- käyttöympäristöön liittyvät vaarat

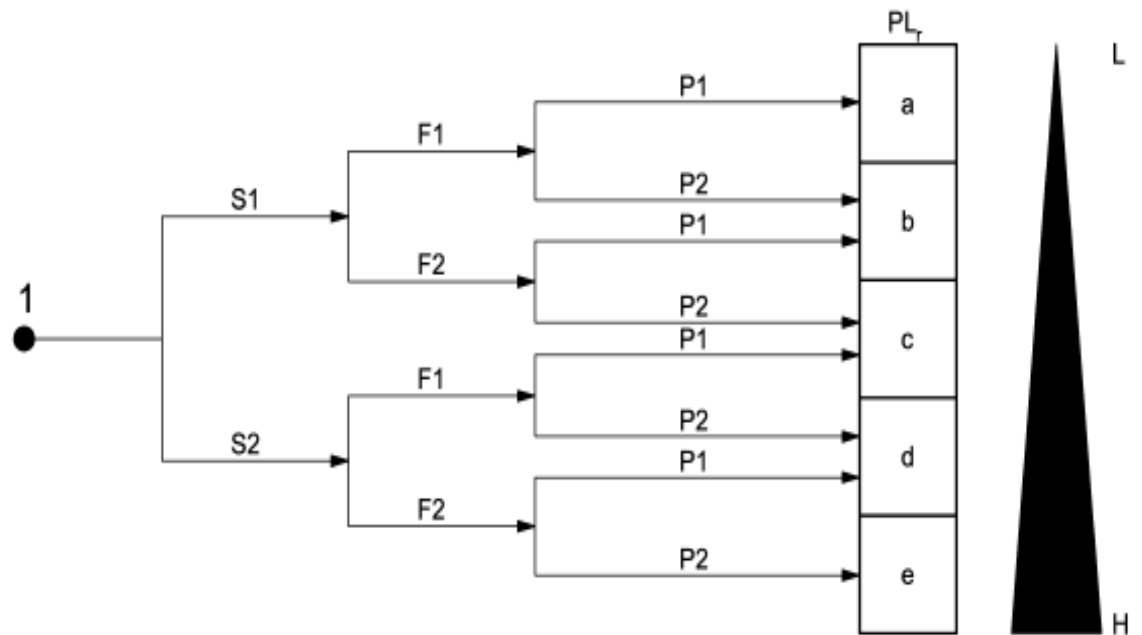
Riskien arvioinnissa suunnittelija selvittää jokaiseen vaaraan liittyvän riskin suuruuden ja arvioi riskin merkityksen. Koneen suunnittelu perustuu riskien arvioinnin tuloksiin ja koneeseen liittyviin turvallisuusvaatimuksiin. Riskien arvioinnista on standardi EN ISO 14121-1, vain englanninkielisenä. Suomenkielisenä, lähes vastaavat asiat ovat standardissa SFS-EN ISO 12100-1. Siinä on selvennetty alakohtien sisältämät vaarat, jotka on otettava huomioon konetta suunniteltaessa. Apuna riskien arvioinnissa voidaan käyttää standardin SFS-EN 1050 liitteen A mukaista vaaraluetteloa. Koneen valmistaja vastaa siitä, että koneen suunnittelussa on noudatettu konepääöstä. Sähköisten järjestelmien riskin arviointi on esitetty kunkin järjestelmän alakohdassa, mikäli sille on erikseen standardeissa annettu malli.

9.1 Riskien arviointi suunnittelussa

Suunnittelusta lähtien on ajateltava millaisia riskejä kone saattaa aiheuttaa ja niistä on tehtävä arviointi määrittelemällä:

- koneen tarkoitettu käyttö, mitä tehdään, missä tehdään ja kuinka pitkä on elinkaari
- koneen toimintatapa, sen vaatima tila ja liitännät
- ennakoitavissa olevat tilanteet, joissa voi esiintyä vaaratekijöitä

Koneen suunnittelu alkaa koneen raja-arvojen määrittämisellä. Koneen raja-arvoilla tarkoitetaan muun muassa käyttörajoja, tilarajoja ja aikarajoja. Koneen raja-arvojen määrittämisen jälkeen suunnittelija tunnistaa koneen vaarat. Riskin arvioinnissa suunnittelija selvittää jokaiseen vaaraan liittyvän riskin suuruuden ja arvioi riskin merkityksen. Koneen suunnittelu perustuu riskin arvioinnin tuloksiin ja koneeseen liittyviin turvallisuusvaatimuksiin. Vaaratekijöitä tunnistettaessa ja riskejä arvioidessa voidaan käyttää apuna olemassa olevia standardeja, osa näistä on esitetty kohdassa 9. Riskit arvioidaan ottamalla huomioon vamman tai terveyshaitan esiintymistodennäköisyys ja ennakoitavissa oleva vamman tai terveyshaitan vakavuus. Riskeihin vaikuttavat tekniset ja inhimilliset tekijät tunnistetaan ja analysoidaan. Riskin arvioinnin perusteella suunnitellaan turvallisuustoimenpiteet, joiden tavoitteena on saada kone turvallisesti ottaen koneen suunnittelussa, rakenteessa ja käyttöohjeissa huomioon koneen ennakoitu käyttö sen elinkaaren ajan. Riskien arvioinnissa pyritään määrittämään turvallisuuteen liittyvä suoritustaso, mikä saavutetaan suunnittelemalla ja rakentamalla kone käyttäen olemassa olevia standardeja. Standardissa SFS-EN ISO 13849-1 on annettu esimerkiksi kuvan 5 mukainen kaavio, minkä avulla voidaan arvioida ohjausjärjestelmän suoritustason vaikutus riskien pienentämisessä. Standardissa SFS-EN ISO 12100-1 kohdassa 5.5 on esitetty kaaviollisesti riskin pienentämisprosessi suunnittelijan näkökulmasta.



Merkintöjen selitys

- 1 aloituskohta turvatoiminnon osuuden arvioimiseksi riskin pienentämisessä
- L osuus riskin pienentämisessä pieni
- H osuus riskin pienentämisessä suuri
- PL_r vaadittava suoritustaso

Riskiin liittyvät muuttujat

- S vamman vakavuus
- S1 lievä (tavallisesti palautuva vamma)
- S2 vakava (tavallisesti palautumaton vamma tai kuolema)
- F vaaralle altistumisen taajuus ja/tai kesto
- F1 harvoin...toisinaan ja/tai lyhyt altistumisaika
- F2 toistuvasti...jatkuvasti ja/tai pitkä altistumisaika
- P mahdollisuus välttää vaaraa tai rajoittaa vahinkoa
- P1 mahdollista tietyissä olosuhteissa
- P2 tuskin mahdollista

Kuva 5. Tässä on ohjausjärjestelmien turvatoimintojen suoritustason määrittäminen riskiarvioinnin avulla[6]

9.2 Riskien arviointi valmistuksessa

Riskien poistamisessa ja pienentämisessä valmistajan on noudatettava turvallisuustoimenpiteiden ensisijaisuusjärjestystä (konepääötöksen liite 1, kohta 1.1.2). Ensisijaisuusjärjestys on kolmivaiheinen, jossa vaihe 1 liittyy suunnitteluun, vaihe 2 turvallisuustekniikkaan ja vaihe 3 käyttö- ja hoito-ohjeisiin.

Valmistajan tehtävät turvallisuuden saavuttamiseksi:

- Selvitettävä ja arvioitava riskit
- Selvitettävä konetta koskevat turvallisuusvaatimukset
- Suunniteltava ja rakennettava kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Laadittava käyttöohjeet ja tehtävä koneeseen tarvittavat merkinnät
- Laadittava koneen tekniset tiedostot
- Tehtävä vaatimustenmukaisuusvakuutus
- Kiinnitettävä CE-merkintä
- Teetettävä tarvittaessa tyyppitarkastus

10 SÄHKÖISET VAATIMUKSET

SFS standardissa SFS-EN 60204 asetetaan tiettyjä vaatimuksia koneen sähkönsyötölle, sähkömagneettiselle yhteensopivuudelle, sähköiskun suojaukselle, laitteiston suojaukselle, potentiaalintasaukselle, ohjauspiirille ja toiminnalle, käyttäjärajapinnalle ja koneeseen asennetuille ohjauslaitteille, johdtimille ja kaapeleille samoin kuin ulkoiselle johdotukselle.

Sähkölaitteiston vaaroista aiheutuvat riskit on arvioitava osana koneelle edellytettyä yleistä riskin arviointia. Tällä perusteella määritellään riittävä riskin pienentäminen sekä tarvittavat suojaustoimenpiteet henkilöille, jotka voivat altistua näille vaaroille samalla kun koneen ja sen laitteiston hyväksyttävän suorituskyvyn taso säilytetään. Vaaratilanteet voivat aiheutua mm. seuraavista syistä, (luettelo ei ole kattava):

- sähkölaitteiston vikaantumiset tai viat, jotka voivat johtaa sähköiskuun tai sähköstä aiheutuneeseen tulipaloon
- vikaantumiset tai viat ohjauspiirissä (tai niihin kytketyissä komponenteissa ja laitteissa), jotka johtavat koneen virheelliseen toimintaan
- ulkopuolisten virransyöttöjen häiriöt tai katkokset sekä päävirtapiireissä tapahtuvat vikaantumiset tai viat, joista seuraa koneen virheellinen toiminta
- liukuvaan tai vierivään kosketukseen perustuvassa virtapiirissä tapahtuva katkos, joka voi johtaa turvatoiminnon vikaantumiseen
- sähkölaitteiston synnyttämät tai sen ulkopuoliset sähköiset häiriöt, esimerkiksi sähkömagneettiset ja sähköstaattiset häiriöt, joista seuraa koneen virheellinen toiminta
- varastoituneen energian (joko sähköisen tai mekaanisen) vapautuminen, josta seuraa esimerkiksi sähköisku tai vamman aiheuttava odottamaton liike
- henkilön terveydelle haitalliset melutasot (esim. moottorit).
- pintalämpötilat, jotka voivat aiheuttaa vamman (esim. lämmitysvasutukset).

Koneen sähkölaitteiston on täytettävä riskin arvioinnissa yksilöidyt turvallisuusvaatimukset. Koneesta, sen tarkoitettu käytöstä ja sähkölaitteistosta riippuen suunnittelija voi valita koneen sähkölaitteiston osia, jotka ovat standardisarjan IEC 60439 mukaisia. Sähkölaitteisto asennuksessa on noudatettava toimittajan ohjeita.

10.1 Sähkön syöttö

Laitteistolle asetettavat vaatimukset sähkönsyötön olosuhteissa tulevat standardista. Standardi SFS-EN 60204-1 antaa kohdissa 4.3.2 ja 4.3.3 määrittelyt, joiden mukaisissa syötön olosuhteissa sähkölaitteiston on toimittava oikein. Näistä voidaan poiketa joko toiminnanharjoittajan muulla tavalla määrittelemänä tai toimittajan määrittelemänä, kun kyseessä on erityinen tehonlähde. Koneen on kuitenkin toimittava ja täytettävät standardin turvallisuusvaatimukset poikkeustapauksissakin. Laitteiston on toimittava jännitevälillä $0,9-1,1xU_N$, siedettävä taajuusvaihteluita, kestettävä harmonisia yliaaltoja eikä se itse saa tuottaa niitä, siedettävä jännitekatkoksia ja – kuoppia.



10.2 Ympäristö- ja käyttöolosuhteet

Ympäristö- ja käyttöolosuhteet vaikuttavat sähkölaitteiston vaatimuksiin, niiden on sovelluttava käytettäväksi ko. suunniteltuihin olosuhteisiin. Ylitettäessä suunnitellut olosuhterajat on toiminnanharjoittajan ja toimittajan välinen erillissopimus suositeltavaa. Olosuhteisiin liittyy myös sähkömagneettinen yhteensopivuus, laitteen on toimittava oikein näidenkin vaikutuksen alaisena eikä se saa aiheuttaa ympäristöönsä näitä häiriöitä. Näiden häiriöiden syntymistä, ts. johtuvia ja säteileviä päästöjä rajoittavina toimenpiteinä pidetään.

- tehonsyötön suodattamista
- kaapeleiden suojaamista
- RF (radiotaajuisten) säteilyjen vähentämistä käyttämällä kotelointia
- RF-vaimennusmenetelmät

Laitteiston johtuvien ja säteilevien RF-häiriöiden sietoa parantavina toimenpiteinä käytetään.

- toiminnallisen maadoituksen rakennetta, joka ottaa huomioon

- herkkien virtapiirien kytkennän runkoon. Nämä liitännät tulisi merkitä IEC 60417–5020 (DB: 2002–10) mukaisella symbolilla 
- että rungon kytkentä maadoitukseen (PE) on suoritettu mahdollisimman lyhyellä johtimella, tällöin RF-impedanssi on pieni.
- herkkien sähkölaitteet ja virtapiirien yhdistämistä suoraan PE-piiriin tai toiminnalliseen maadoitusjohtimeen, yhteismuotoisten signaalihäiriöiden vähentämiseksi. Jälkimmäinen liitin tulisi merkitä IEC 60417–5018 (DB: 2002–10) mukaisella symbolilla 
- että herkäät virtapiirit on erotettu häiriölähteistä
- kotelointi on suunniteltu niin, että vähennetään RF-häiriöiden siirtymistä
- EMC johdotusmenetelmien käyttöä, joita ovat:
 - kierrettyjen johdinparien käyttö differentiaalimuotoisten häiriöiden vähentämiseksi
 - riittävä etäisyys häiriöitä säteilevien johtimien ja herkkien virtapiirien johtimien välillä
 - kaapeleiden tulee risteillä niin lähellä 90°:een kulmaa kuin mahdollista
 - johtimet kuljetetaan mahdollisimman lähellä potentiaalitasoa
 - käytetään pienen RF-impedanssin omaavilla liitoksilla sähköstaattisia ja sähkömagneettisia suojia.

Ympäristöolosuhteita ovat myös lämpötila, kosteus, korkeus, epäpuhtaudet, värähtelyt ja iskut. Suomessa ei korkeuden suhteen tarvitse olla huolissaan, mutta joissain tilanteissa alin käyttölämpötila saattaa asettaa kansallisia vaatimuksia koneen sähköjärjestelmille.

10.3 Liitäntä, erotus- ja katkaisulaitteet

Kone suositellaan liitettäväksi yhteen syöttöön, mikäli se on käytännössä mahdollista. Kun tarvitaan erikoisjärjestelmille toista syöttöä, tulisi se ottaa laitteesta (esim. muuntajasta, tasasuuntaajasta), mikä muodostaa osan koneen sähkölaitteistosta. Syötön tai syöttöjen vaihejohtimien liittimien läheisyydessä on oltava liitin koneen kytkemiseksi ulkoiseen suojamaadoitusjärjestelmään tai suojajohtimeen syöttöjärjestelmästä riippuen.

Syötönerotuskytkimen on oltava koneen jokaisessa syötössä, myös koneeseen sijoitetuilla teholähteillä toteutetuissa. Syötönerotuskytkimellä on sähkölaitteisto voitava erottaa syöttöverkosta. Mikäli joudutaan käyttämään useampaa syötönerotuskytkintä, on oikean toiminnan varmistamiseksi käytettävä lukituskytkentöjä. Syötönerotuskytkimen tulee olla joku seuraavista tyypeistä:

- a. standardin IEC 60947-3 käyttöluokan AC-23B tai DC-23B mukainen sulakkeellinen tai sulakkeeton kuormaerotin. Käyttöluokan B mukaiset kuormanerotimet ovat tarkoitettu vain harvoin tapahtuvaan toimintaa
- b. standardin IEC 60947-3 mukainen sulakkeellinen tai sulakkeeton erotin, jossa on apukosketin, joka kaikissa tapauksissa saa kytkinlaitteella aikaan kuormitetun virtapiirin katkaisun ennen erottimen pääkoskettimien avautumista. Apukoskettimen mitoitus on vastattava valmistajan ilmoittamaa ja sulkeutuessa sen on sulkeuduttava pääkoskettimien jälkeen
- c. katkaisija, joka soveltuu erottamiseen standardin IEC 60947-2 mukaisesti
- d. muu kytkinlaite, joka täyttää sitä koskevan tuotekohtaisen IEC-standardin vaatimukset ja standardin IEC 60947-1 erottamisvaatimukset ja tuotekohtaisessa standardissa määritellyn kuormitetun moottorin tai muun induktiivisen kuorman kytkemiseksi määritellyn käyttöluokan vaatimukset
- e. taipuisan syöttökaapelin pistokytkin.

Erotuskytkimen ollessa kohtien a - d mukainen on sen oltava kaksiasentoinen, omattava näkyvä avausväli tai asennonosoitus, joka ei voi osittaa erotusta ennen kaikkien koskettimien avautumista, oltava lukittavissa aukiasentoon ja omattava riittävä katkaisukyky suurimman moottorin jumiutuessa ja muiden toimiessa normaalivirralla. Sen sijoituksen on oltava huoltotasosta 0,6 m ja 1,9 m välillä, kuitenkin korkeudeksi suositellaan 1,7 m. Poikkeuksia syötön erotuskytkimen katkaiseviin virtapiireihin ovat huollon aikana, syötön laukaisuun käytetyt, toiminnan aloittamisen kannalta tarpeelliset ja lukituksiin käytetyt piirit. Piireille joita erotuskytkin ei katkaise suositellaan omaa erilliserotuskytkintä. Kytkennästä on oltava pysyvä varoituskilpi jännitteisen virtapiirin ja syötön erotuskytkimen läheisyydessä.

Koneessa on oltava kytkentälaitte millä estetään odottamaton käynnistyminen ja sen on täytettävä tietyt edellytykset. Sähkölaitteisto tarvitsee erilliserotuslaitteen, mikäli sitä ei voida tehdä jännitteettömäksi syötön erotuslaitteella.

10.4 Suojaus sähköiskulta

Sähkölaitteisto on suojattava niin, että se estää henkilölle aiheutuvan sähköiskun vaaran. Jännitteiset osat eivät saa olla kosketeltavissa ja johtavat kosketeltavat osat eivät saa tulla jännitteisiksi. Suojaus voidaan toteuttaa käyttämällä kosketussuojausta, kosketusjännitesuojausta ja/tai pienoisjännitettä (PELV). Kosketusjännitesuojaus toteutetaan estämällä kosketusjännitteen syntyminen tai käyttämällä syötön automaattista poiskytkentää. Kosketussuojaus toteutetaan eristämällä, sijoittamalla ja/tai koteloimalla jännitteiset osat. Koteloinnin tasolle asetetut vaatimukset ilmaistaan IP-luokkina (kotelointiluokitus). Taulukko 1 antaa lyhyen käsityksen IP-koodista. Koteloinnin on annettava vähintään kotelointiluokan IP-4X tai IP-XXD kosketussuojaus. Avaimella tai työkalulla avattavan kotelon on oltava jännitteetön tai säädettävän laitteen IP- 2X tai IP-XXB ja kotelossa olevien muiden laitteiden IP-1X tai IP-XXA. Ilman avainta tai työkalua avattavan kotelon sisällä olevien laitteiden kotelointiluokka on oltava vähintään IP- 2X tai IP-XXB. Automaattisen suojalaitteen tai ylivirtasuojan on toimittava riittävän nopeasti, koneiden kohdalla riittävän nopea toiminta-aika on silloin kun se ei ylitä 5 sekuntia. Pienoisjännitteellä (PELV) tapahtuva suojaus ei saa ylittää 25V:n jännitettä vaihtojännitteellä tai 60V tasajännitteellä. PELV-piirin toinen puoli tai piirin tehollähteen yksi piste on kytkettävä suojajohdinpiiriin ja piirin johtimet on oltava erillään muista virtapiireistä vähintään eristämällä.

Taulukko 1. IP-koodin luentaa selventävä taulukko. [5]

Osat	Numerot tai kirjaimet	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa	Viite
Kirjaimet	IP	—	—	—
Ensimmäinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6	Suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsystä (suojaamaton) kun halkaisija \geq 50 mm kun halkaisija \geq 12,5 mm kun halkaisija \geq 2,5 mm kun halkaisija \geq 1,0 mm pölysuojatusti pölytiivisti	Vaaralliset osat kosketussuojattu (suojaamaton) nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta	Kohta 5
Toinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Suojattu veden sisäänpääsyn haitalliselta vaikutukselta (suojaamaton) pystysuoraan tippuvalta vedeltä tippuvalta vedeltä (laitteen kallistus 15°) satavalta vedeltä roiskuvalta vedeltä vesisuihkulta voimakkaalta vesisuihkulta lyhytaikaisesti upotettuna jatkuvasti upotettuna	—	Kohta 6
Lisäkirjain (vapaaehtoinen)	A B C D	—	Vaaralliset osat kosketussuojattu nyrkiltä sormelta työkalulta langalta	Kohta 7
Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen)	H M S W	Täydentävän tiedon merkitys: Suurjännitelaitte ¹⁾ Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä Laitte on koestettu erityisiin sääoloihin	—	Kohta 8

10.5 Laitteiston suojaaminen

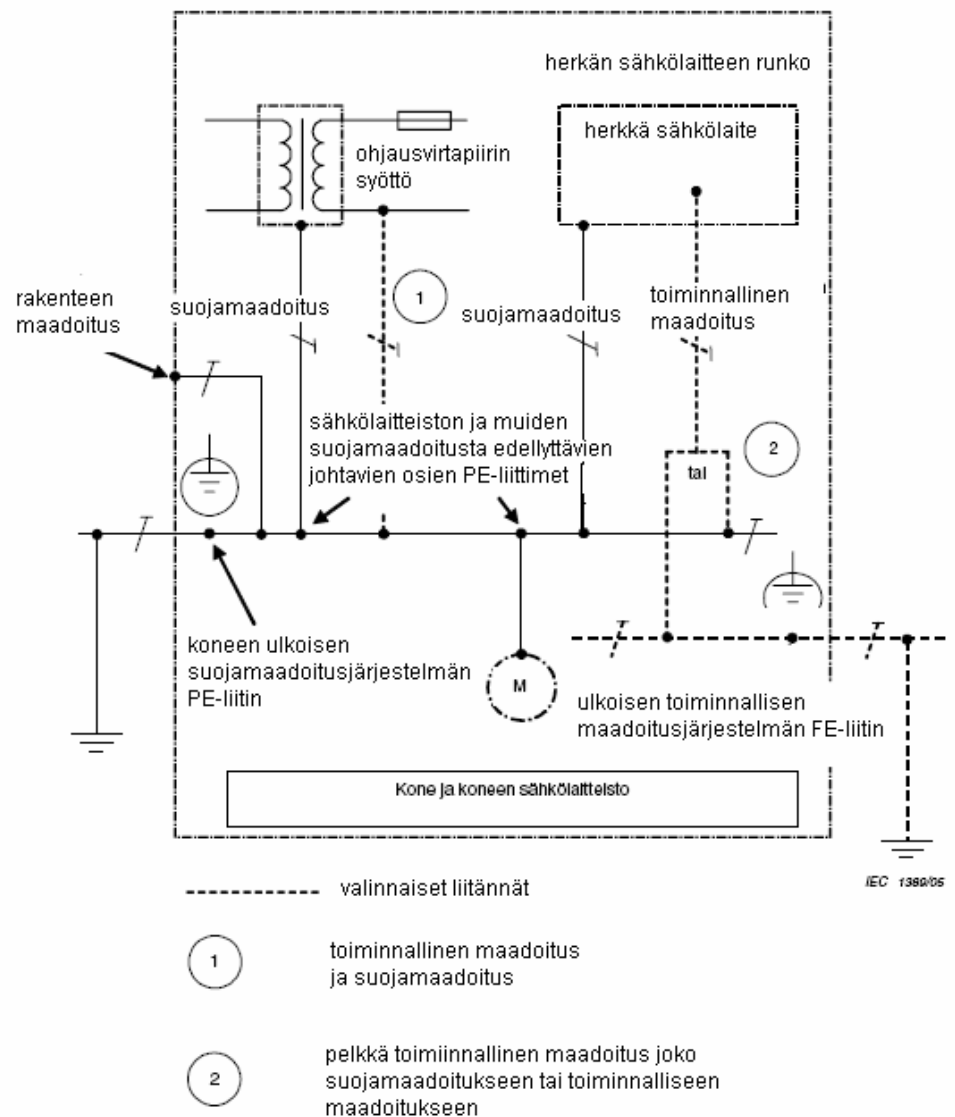
Laitteiston suojaamiseksi on tiettyjä vaatimuksia, mitkä suojaavat myös laitetta käyttäviä henkilöitä. Suojauksiin kuuluvat:

- suojaus oikosulun aiheuttamalta ylivirralla
- suojaus ylikuormitukselta
- suojaus jäähdytyksen menetykseltä
- suojaus ylinopeudelta
- suojaus syöttöjännitteen häviämiseltä
- suojaus virheelliseltä vaihejärjestykseltä
- suojaus maasulku/vuotovirroilta.

Ylivirtasuojauksessa suojataan koneen virtapiirit ja komponentit mitoitusvirran ylityksiltä ja johtimia ylikuormituksilta. Ilman muuntajaa kytketyt ohjauspiirin johtimet on suojattava ylivirtasuojalla, myös pistorasioiden ja valaistuksen virtapiirit on suojattava ylivirtasuojalla. Jälkimmäisten piirien suoja ei saa käyttää muiden virtapiirien suojaamiseen. Ylivirtasuoja katkaisukyvyyn on oltava vähintään vikavirran suuruinen. Lämpösuojaus suojaa komponenttien (moottoreiden) yllämpenemiseltä.

10.6 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasaus on perusta sekä henkilösuojaukselle sähköisissä vikatapauksissa että koneen toimintaan vaikuttaville erityisvikojen seurauksille ja herkkien sähkölaitteistojen häiriöille (toiminnallinen maadoitus). Toiminnallinen maadoitus minimoi eristysvikojen seuraukset ja sähköisten häiriöiden vaikutukset. Suojaava potentiaalintasaus antaa suojan henkilövahinkoja vastaan ja sille annetaan standardissa laajemmat vaatimukset kuin toiminnalliselle maadoitukselle. Yksi huomionarvoinen alue on liikkuvat koneet, joiden potentiaalintasaukselle on omat vaatimuksensa. Kuvassa 6 on esimerkki koneen potentiaalintasauksesta kuva 6.



Kuva 6. Esimerkki on koneen sähkölaitteiden potentiaalintasauksesta. [4]

Suojaavan potentiaalintasauksen piirit käsittävät.

- PE-liittimen (liittimet)
- koneen laitteiden suojajohtimet käsittäen piiriin mahdollisesti kuuluvat liukukoskettimet
- sähkölaitteiston jännitteelle alttiit johtavat osat ja johtavat rakenneosat
- muut johtavat osat, jotka muodostavat koneen rakenteen.

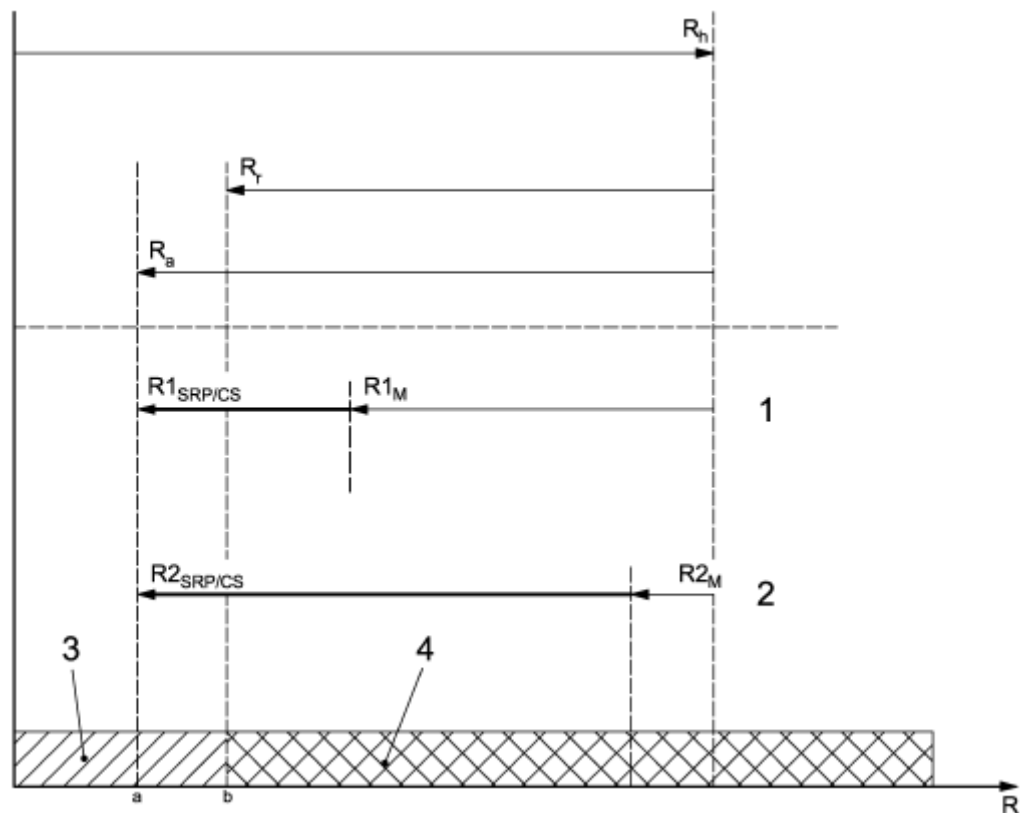
Potentiaalintasauksen osat on suunniteltava niin, että ne kestävät piirissä esiintyvän maasulkuvirran aiheuttamat suurimmat mekaaniset ja lämpöra-

tukset. Suojajohtimina suositellaan käytettäväksi kuparijohtimia. Käytettäessä muuta materiaalia johtimen poikkipinnan tulee olla vähintään 16 mm^2 ja johtimen johtokyvyn tulee olla sallitun kuparijohtimen suuruinen. Mitoituksellisesti kuparijohtimen tulee olla puolet äärijohtimesta, kun johdin poikkipinta on yli 35 mm^2 ja 16 mm^2 kun äärijohdin on alle 35 mm^2 mutta suurempi kuin 16 mm^2 . Suojajohdinsiiri ei saa katketa osia irrotettaessa tai poistettaessa. Sähkölaitteen maavuotovirran ollessa enemmän kuin 10 mA suojajohtimen poikkipinnan tulee olla vähintään 10 mm^2 kuparia tai 16 mm^2 alumiinia. Kun sähkölaitteiston tai koneen rakenneosan johtokyky on pienempi kuin jännitteelle alttiisiin osiin yhdistetyllä suojajohtimella, on asennettava lisäpotentiaalintasausjohdin. Lisäpotentiaalintasausjohtimen poikkipinta ei saa olla pienempi kuin puolet vastaavasta suojajohtimesta. Suojajohtimet on voitava helposti tunnistaa. KytKentä- ja yhdistyspisteet on suunniteltava niin, etteivät mekaaniset, kemialliset tai sähkökemialliset vaikutukset heikennä niiden kuormitettavuutta. Alumiinisia koteloita ja alumiini- tai alumiiniseosjohtimia käytettäessä olisi kiinnitettävä erityistä huomiota elektrolyyttisen korroosion aiheuttamiin ongelmiin. Taipuisia tai jäykkiä metallisia putkia ja kaapelien metallivaippoja ei saa käyttää suojajohtimina. Tällaiset metalliset putkikanavat ja kytKentäkaapelien metallivaipat (esim. armeeraus, lyijyvaippa) on kuitenkin yhdistettävä suojajohdinsiiriin. Kun sähkölaitte asennetaan kanteen, oveen tai suojalevyyn, on suojajohdinsiirin jatkuvuus varmistettava ja suojajohtimen käyttö on suositeltavaa. Muussa tapauksessa on käytettävä kiinnittimiä, saranoita ja liukukoskettimia, joilla on pieni resistanssi.

11 OHJAUSPIIRIT JA TOIMINNAT

Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat on suunniteltava ja toteutettava siten, että noudatetaan kaikilta osin standardien ISO 12100 ja ISO 14121 periaatteita. Kaikenlaista tarkoitettua käyttöä ja kohtuudella ennakoitavissa olevaa väärinkäyttöä on tarkasteltava. Riskin arvioinnissa pyritään vaarojen pienentämisprosessiin, missä yhtenä osana ovat turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmät. Kuvassa 5 on kaavio, minkä avulla voidaan arvioida ohjausjärjestelmän suoritustason vaikutus riskien pienentämisessä. Ohjausjärjestelmät tai sen osat saavat aikaan turvatoiminnon sellaisella suoritustasolla, jolla saavutetaan vaadittava riskin pienentäminen. Kuvassa 7 esitetään yleiskuva riskin pienentämisprosessista jokaisen vaaratilanteen osalta. Turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmien osien suunnittelun prosessi lohko-

kaaviona on kuvassa 9 ja kuvassa 8 yleiskuva riskin arvioinnista ja riskin pienentämisestä.



Kuva 7. Riskin pienentämisprosessi [6]

Merkintöjen selitykset:

Kuva 7 Yleiskuva riskin pienentämisen prosessista jokaisen vaaratilanteen osalta

R_h	tietyyn vaaratilanteeseen liittyvä riski ennen kuin suo- jaustoimenpiteitä sovelletaan
R_r	suojaustoimenpiteiltä vaadittava riskin pienentäminen
R_a	suojaustoimenpiteillä saavutettava todellinen riskin pienentäminen
1	ratkaisu 1 – merkittävä osa riskin pienentämisestä saadaan muilla suojaustoimenpiteillä kuin turvallisuu- teen liittyvien ohjausjärjestelmän osien avulla (esim. mekaanisilla toimenpiteillä), vähäinen osa riskin pie- nentämisestä saadaan turvallisuuuteen liittyvien ohjaus- järjestelmän osien avulla
2	ratkaisu 2 – merkittävä osa riskin pienentämisestä saadaan turvallisuuuteen liittyvien ohjausjärjestelmän osien avulla (esim. valoverholla), vähäinen osa riskin pienentämisestä saadaan muilla suojaustoimenpiteillä kuin turvallisuuuteen liittyvien ohjausjärjestelmän osien avulla (esim. mekaanisilla toimenpiteillä)
3	riittävästi pienennetty riski
4	riittämättömästi pienennetty riski
R	riski

a

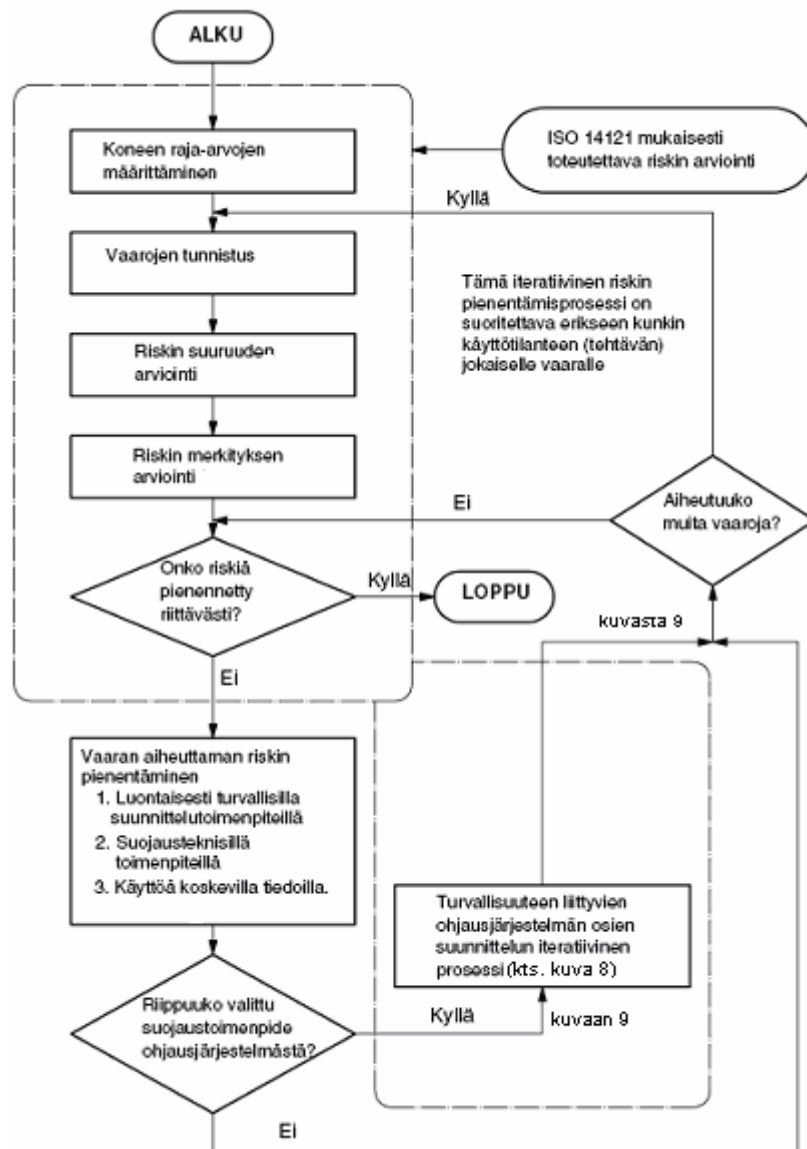
R1SRP/CS, R2SRP/CS

R1M, R2M

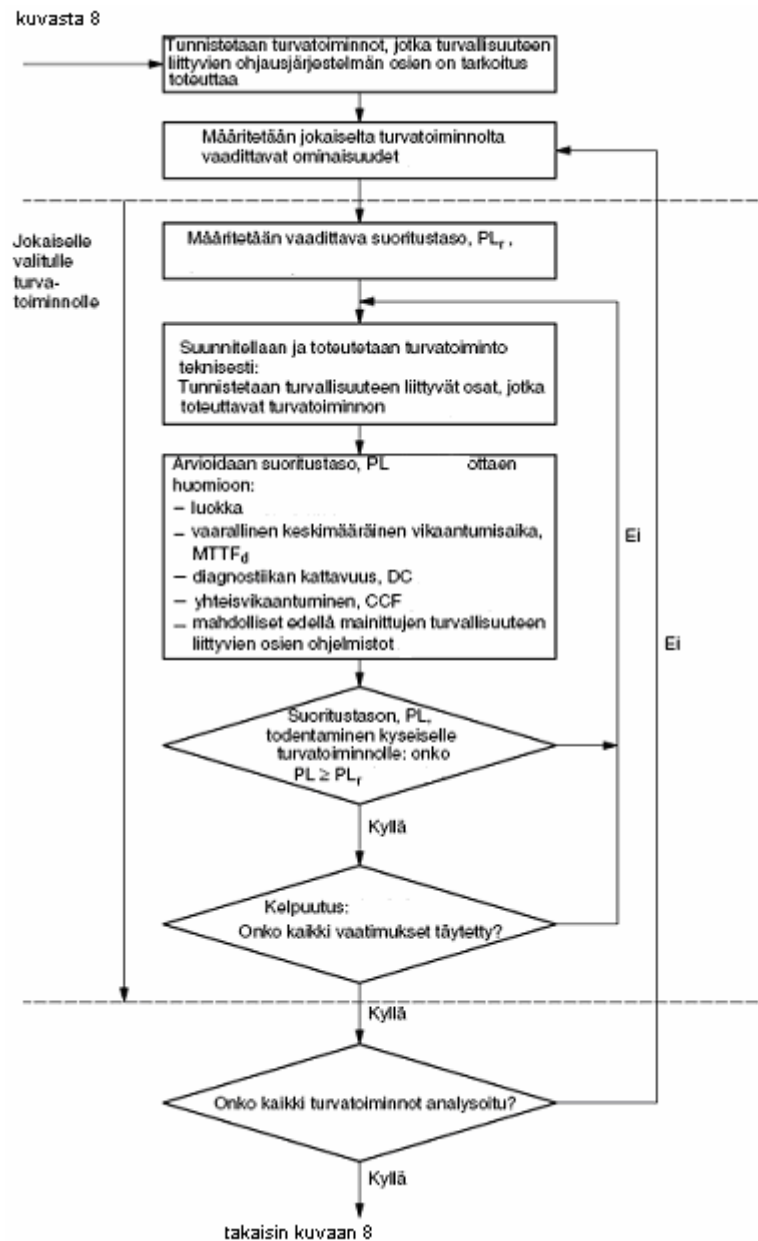
riittävästi pienennetty riski

turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmän osien toteuttaman turvatoiminnon aikaansaama riskin pienennys

muilla suojaustoimenpiteillä kuin turvallisuuteen liittyvillä ohjausjärjestelmän osilla aikaansaatava riskin pienennys (esimerkiksi mekaaniset toimenpiteet)



Kuva 8. Yleiskuva on riskin arvioinnista ja riskin pienentämisestä. [6]



Kuva 9. Ohjausjärjestelmien osien suunnittelun prosessi lohkokaaaviona [6]

Standardissa määritellään suoritustasot (PL) vaarallisen vikaantumisen todennäköisyytenä tuntia kohden. Tasot jaotellaan a:sta e:n, vikaantumisen todennäköisyydelle tuntia kohden on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Suoritustasot (5).

PL	Vaarallisen keskimääräisen vikaantumisaajan todennäköisyys tuntia kohden 1/h
a	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6} \dots < 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6} \dots < 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$
HUOM. Vaarallisen keskimääräisen vikaantumisaajan todennäköisyyden (tuntia kohden) lisäksi myös muut toimenpiteet ovat tarpeen määrätyn suoritustason saavuttamiseksi.	

Vaihtovirralla syötettäviä ohjauspiirejä on syötettävä ohjausmuuntajalla, eikä niiden nimellisjännite saa ylittää 277 V. Muuntajat eivät ole pakollisia koneille, joissa yksi moottorikäynnistin ja /tai enintään kaksi ohjauslaitetta.

Ohjelmisto- ja logiikkaohjauspiireille on standardissa esitetty erillisohjeet niiden riskien ja suoritustasojen arvioinneille, mutta ne jätetään tämän työn ulkopuolelle.

11.1 Toimintatavat

Koneella voi olla useampia ohjaukseen liittyviä toimintatapoja. Toimintatavan valinta ei saa aiheuttaa vaaratilannetta ja sellainen on estettävä sopivin toimenpitein (esim. avainkytkimellä, pääsykoodilla tms.). Pelkkä toimintatavan valinta ei saa käynnistää koneen toimintaa, vain erillinen vaikuttaminen käynnistykseen ohjaukseen saa käynnistää koneen. Toimintatavalle on oltava ilmaisu josta valittu toimintatapa käy ilmi. Mikään valittu tapa ei saa poistaa turvatoimintoja, ellei se ole välttämätöntä, tällöinkin suojaus on varmistettava jollain asianmukaisella toimenpiteellä. Suojaustoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi yksi tai useampi seuraavista:

- liikkeen käynnistäminen pakkokäyttöisellä tai vastaavalla ohjauslaitteella
- kannettava ohjauslaite, jossa on hätäpysäytin ja tarvittaessa sallintalaite. Kannettavaa ohjausyksikköä käytettäessä liikkeen käynnistäminen saa olla mahdollista vain sitä käyttäen.
- langaton ohjauspaikka, jossa on laite pysäytyksen toteuttamiseksi ja tarvittaessa sallintalaite. Langatonta ohjauspaikkaa käytettäessä liikkeen käynnistäminen saa olla mahdollista vain sitä käyttäen.
- liikenopeuden, tehon tai alueen rajoitus

11.2 Toiminta

Toiminnan kannalta välttämättömät turvatoimet ja suojaustoimet on toteutettava. Koneen jokaisen pysähtymisen jälkeen on tarkoittamattomien liikkeiden oltava estetty, useammatkaan ohjauspaikat ei saa aiheuttaa ohjauskäskyilään vaaratilannetta.

Pysäyttäminen on toteutettava riskin arvioinnin ja koneen toiminnallisten vaatimuksien mukaisesti. Pysäytystoiminnon on ohitettava vastaavat käynnistystoiminnot. Pysähtymistoiminnon kuittaus ei saa aiheuttaa vaarallista tilannetta.

11.3 Käynnistäminen

Työväline tulee voida käynnistää vain käyttämällä tietoisesti siihen tarkoitukseen varattua hallintaelintä. Tämä koskee myös uudelleen käynnistämistä, minkä tahansa syyn aiheuttaman pysähdyksen jälkeen. Vaatimusta ei sovelleta normaalista toimintajaksosta tapahtuvaan laitteen automaattiseen toimintaan. Käynnistyminen saa tapahtua vain kytkemällä ko. piiri jännitteiseksi, kun kaikki turvatoiminnot ja suojaukset ovat paikoillaan ja toiminnassa. Kaikilla koneen ohjauspaikoilla on oltava erillinen käsikäyttöinen käynnistyslaite. Käynnistämien ei saa olla mahdollista ennen kuin koneen kaikki toiminnan vaatimat ehdot on täytetty, kaikki käynnistyslaitteet on vapautettu ja kaikkiin käynnistyslaitteisiin vaikutetaan samanaikaisesti. Käynnistymisen on tapahduttava oikeassa järjestyksessä.

11.4 Pysäyttäminen

Työvälineessä on oltava hallintaelin sen turvalliseen ja täydelliseen pysäyttämiseen. Jokaisessa työpisteessä on oltava hallintaelin, jolla esiintyvän vaaran luonteesta riippuen voidaan pysäyttää työväline tai kaikki työvälineet turvalliseen tilaan. Pysäyttäminen on toteutettava riskin arvioinnin ja koneen toiminnallisten vaatimuksien mukaisesti. Pysäytyselimellä tulee olla ensisijainen asema käynnistykseen nähden. Työvälineen tai sen vaarallisten osien pysähtyttyä kyseisten toimilaitteiden energiasyötön on lakattava. Pysäytystoimintoon on oltava mahdollisuus liittää turvalaitteen ja lukituksen toiminta, pysähtymistoiminnon kuittaus ei saa aiheuttaa vaarallista tilannetta. Pysäytystoiminto voi olla hätäpysäyttämistä tai normaalia koneen sammutuksen kautta tapahtuvaa pysäyttämistä.

Pysähtymistoiminnot jaetaan seuraaviin kolmeen luokkaan.

- luokka 0: pysäyttäminen poistamalla välittömästi teho koneen toimilaitteilta (ts. valvoton pysähtyminen)
- luokka 1: valvottu pysähtyminen, jossa koneen toimilaitteilla on teho pysähtymisen aikaan saamiseksi. Pysähtymisen jälkeen teho poistetaan toimilaitteilta.
- luokka 2: valvottu pysähtyminen, jossa toimilaitteilla säilytetään teho.

11.5 Hätätöiminnot

Mahdollisuuksien mukaan ja laitteeseen liittyvistä vaaroista ja sen normaalisesta pysähtymisajasta riippuen työväliseessä on oltava hätäpysäytyslaitte tai hätäpoislaite. Molempien toiminnot tulee saada aikaiseksi yhdellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä.

Hätäpysäyttimen ohjaimen tai hätäpoislaitteen ohjaimen aktiivinen käyttäminen, josta pysäytyskäsky seuraa, on lakannut, tämän käskyn on jäätävä voimaan kuittaukseen asti. Käskyn kuittaus saa olla mahdollista vain siltä paikalta, jolta pysäytyskäsky pantiin alulle. Käskyn kuittaus ei saa uudelleen käynnistää konetta, vaan ainoastaan sallia uudelleenkäynnistämisen. Uudelleen käynnistäminen ei saa olla mahdollista ennen kuin kaikki hätäpysäytyskäskyt tai hätäpoislaitteiden toiminnot on kuitattu. Koneen jännitteen palauttaminen ei saa olla mahdollista ennen kuin kaikki hätäpoislaitteen käskyt on kuitattu.

Hätäpysäytystoiminto ei saa korvata suojausteknillisiä toimenpiteitä ja turvatoimintoja, eikä se saa heikentää näiden vaikuttavuutta. Hätäpysäytyksen on tapahduttava joko pysäytysluokan 0 tai 1 mukaisesti ja luokan valinta tehdään riskin arvioinnin perusteella.

Hätäpysäytystoiminnoille asetetaan seuraavat lisävaatimukset:

- sen on ohitettava kaikki muut toiminnot kaikissa toimintatavoissa
- niiltä koneen toimilaitteilta, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteen, on poistettava teho joko välittömästi (pysäytysluokka 0) tai ohjattava niin, että vaaraa aiheuttava liike pysähtyy mahdollisimman nopeasti (pysäytysluokka 1) aiheuttamatta muita vaaratekijöitä
- hätäpysäytystoiminnon kuittaaminen ei saa aiheuttaa uudelleenkäynnistymistä.

Sähkönsyötön hätäpoiskytkentä on järjestettävä, kun suojaus jännitteen suoralta koskettamiselta on toteutettu pelkästään sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle tai suojattu esteillä tai sähkön aiheuttama muu vaara tai vahinko on mahdollista. Sähkö syötön hätäpoiskytkennän tulee aiheuttaa koneelle pysäytysluokan 0 pysähtymien.

Hätäpysäytyslaite on oltava helposti vaikutettavissa ja sen on vikaantuaan pysäytyksen aiheuttava. Laitteen on oltava väriltään punainen ja taustan keltainen.

11.6 Ohjaustoiminnot

Ohjauskäskyjä ja niiden vaikutusta on valvottava, ettei osan liike tai toiminta voi johtaa vaaralliseen tilanteeseen. Valvonta voi olla havainnoimalla tai erilailla turvajärjestelyllä toteutettua. Ohjauskäskyt voivat olla.

- ◆ Pakkokäyttöisiä jolloin vaaditaan jatkuvaa vaikutusta ohjaukseen.
- ◆ Kaksin käsin tapahtuvia, näitä on kolmea eri tyyppiä:

Tyyppi I:

- kaksi ohjainta (hallintaelintä), jotka edellyttävät samanaikaista vaikuttamista molemmiin käsin
- jatkuvaa samanaikaista vaikuttamista vaarallisen tilanteen aikana
- koneen toiminnan on lakattava jommankumman ohjaimen (hallintaelimen) tai molempien vapautuessa vaarallisen tilanteen aikana.

Tyyppin I kaksinkäsin ohjaus ei ole sopiva vaarallisen toiminnan käynnistämiseen.

Tyyppi II: Tyyppin I ohjaus vaatien lisäksi molempien ohjaimien (hallintaelimien) vapauttamista ennen kuin koneen toiminnot voidaan käynnistää uudelleen.

Tyyppi III: Tyyppin II ohjaus vaatien lisäksi samanaikaista vaikuttamista ohjaimiin (hallintaelimiin) seuraavalla tavalla:

- ohjaimiin (hallintaelimiin) on vaikutettava tietyn aikaeron kuluessa, joka on enintään 0,5 sekuntia
 - jos aikaraja ylitetään, on molemmat ohjaimet (hallintaelimet) vapautettava ennen kuin toiminta voidaan käynnistää.
- ◆ Sallintaohjauksellisia
 - ◆ Yhdistetty käynnistin ja pysäytin

11.7 Toimintaan lukitukset

Lukitukset voivat olla turvalaitteiden toimintaan, toiminnallisiin rajoihin ja toimintojen välisiin tai vastakkaisiin liikkeisiin liittyviä. Kaikille koneen osia ohjaaville kontaktoreille, releille ja muille ohjauslaitteille, joihin samanaikainen vaikuttaminen voi aiheuttaa vaarallisen tilanteen (esim. saavat aikaiseksi vastakkaisen liikkeen), on järjestettävä virheellisen toiminnan estävä toimintojen lukitus. Kun koneen tiettyjen toimintojen on turvallisuuden tai jatkuvan käytön takia tapahduttava tietyssä suhteessa toisiinsa, on oikea yhteistoiminta varmistettava sopivilla toimintojen lukituksilla. Yhtenä kokonaisuutena toimivalle koneryhmälle, jolla on useampia ohjauslaitteita, on toteutettava tarvittavat toimenpiteet niiden ohjauslaitteiden yhteistoimintaa varten.

11.8 Riskien minimoiminen ohjauksissa

Riskien minimoimiseksi käytettäviä toimenpiteitä sähköjärjestelmien vikatapauksissa ovat.

❖ Hyvin koeteltujen piiritekniikoiden ja komponenttien käyttö

Tällaisiin toimenpiteisiin kuuluvat mm:

- ohjauspiirien toiminnallinen maadoittaminen
- ohjauspiirien kytkeminen vaatimusten mukaisesti
- pysäyttäminen tekemällä piiri jännitteettömäksi
- kytkemällä (kytkinlaitteilla) ohjattavan laitteen kaikki ohjauspiirin johtimet
- pakkotoimisesti avautuvat kytkinlaitteet
- piirin suunnittelu siten, että alennetaan sellaisten vikaantumisten todennäköisyyttä, jotka aiheuttavat ei-toivotun toiminnan.

❖ Osittaiset tai täydelliset varmennustoimenpiteet

Piirin yksittäisen vian aiheuttaman vaarallisen tilanteen todennäköisyys voidaan minimoida suorittamalla osittainen tai täydellinen varmennus. Varmennus voi olla toiminnassa normaalitoimintojen aikana (on-line eli ”suora” varmennus) tai suunniteltu erikoispiireiksi, jotka suorittavat suojaustoiminnon ainoastaan toimintavirheen sattuessa (off-line eli ”tausta”varmennus). Käytettäessä off-line eli ”tausta”varmennusta, joka ei ole toiminnassa normaalitoimintojen aikana, on sopivin toimenpitein varmistettava, että ohjauspiirit ovat tarvittaessa käytettävissä.

❖ Erilaisuuden käyttäminen

Erilaisten toimintaperiaatteiden tai erityyppisten komponenttien tai laitteiden käyttäminen virtapiirissä voi alentaa vaaran aiheuttavien vikaantumisten ja toimintahäiriöiden todennäköisyyttä. Esimerkkejä tästä ovat:

- toimintaan lukittujen suojusten ohjaama sulkeutuvien ja avautuvien koskettimien yhdistelmä
- erityyppisten komponenttien käyttö ohjauspiirissä
- sähkömekaanisten ja elektroniikkapiirien yhdistelmän käyttö varmentamisessa.

Sähköisten ja ei-sähköisten (esim. mekaanisten, hydraulisten tai pneumaattisten) järjestelmien yhdistelmä voi toimia varmennuksena ja saada aikaan erilaisuuden.

❖ Toiminnallinen testaus

Ohjausjärjestelmä voi suorittaa toiminnallisen testauksen automaattisesti tai se voidaan tehdä käsin tarkastamalla tai käynnistyksen yhteydessä tai määrätyin väliajoin tai tarkoituksenmukaisella yhdistelmällä.

11.9 Maasulun, jännite- ja virtakatkoksien virhetoiminnan minimointi

Ohjauspiirissä tapahtuvat maasulut eivät saa aiheuttaa tarkoituksetonta käynnistymistä tai vaarallisen liikkeen mahdollisuutta tai estää koneen pysähtymistä. Vaatimukset täyttäviä tapoja ovat.

- ◆ Ohjausmuuntajasta syötetyt ohjauspiirit:
 - Maadoitetun ohjausvirtapiirin syötössä on yhteinen johdin kytketty syöttöpisteessä suojajohdinpiiriin. Kaikki sähkömagneettista tai muuta laitetta (esim. rele, merkkivalo) ohjaavat koskettimet, puolijohdeosat jne. sijoitetaan yhdelle puolelle kelan tai laitteen yhden liittimen ja ohjauspiirin kytkettävän johtimen syötön väliin. Toinen ohjattavan kelan tai laitteen liitin (mieluummin aina samalla merkinnällä merkitty) kytketään ilman kytkinosia ohjauspiirin syötön yhteiseen johtimeen.
 - Suojajohdinpiiriin yhdistetyllä keskiulosotolla varustetusta ohjausmuuntajasta syötetyt ohjauspiirit, joiden kaikissa syöttöjohtimissa on ylivirtasuojan ohjaamat kytkinelementit.
- ◆ Kun ohjausvirtapiiriä ei syötetä ohjausmuuntajasta ja se on joko:
 - kytketty suoraan maadoitetun syötön vaihejohtimien väliin tai
 - kytketty suoraan maadoittamattoman tai suurella impedanssilla maadoitetun syötön vaihejohtimen väliin tai vaihejohtimen ja nollajohtimen väliin.

Laitteessa on oltava maasulussa toimiva virtapiirin automaattinen poiskytkeä, kun kaikki jännitteiset johtimet kytketään moninapaisia kytkimiä käyttäen, sellaisten koneen toimintojen KÄYNNISTYS- tai PYSÄYTYS- toimintoihin, joissa tarkoitukseton käynnistäminen tai pysäytyksen vikaantuminen voi aiheuttaa vaarallisen tilanteen tai vaurioittaa konetta.

Jännitekatkoksen vaikutuksien pienentämiseksi sovellettavia tapoja ovat:

- Ennalta määritellyllä jännitetasolla esim. koneen pois kytkävä alijännitesuoja on asennettava, jos verkkokatkos tai jännitteen aleneminen voi aiheuttaa vaaratilanteen, vaurion koneelle tai meneillään olevalle työlle.

- Aikahidastettua alijännitesuojaa voidaan käyttää paikoissa, joissa koneen toiminta sallii lyhytaikaisen katkoksen tai jännitteen alenemisen. Alijännitesuojan toiminta ei saa aiheuttaa haittaa millekään koneen pysäytykseen liittyvälle ohjaukselle.
- Koneen automaattinen tai odottamaton käynnistyminen on estettävä jännitteen palautuessa tai kun syöttö kytketään päälle, jos uudelleen käynnistyminen voi aiheuttaa vaaratilanteen.
- Kun jännitteen aleneminen tai syöttöjännitteen katkos vaikuttaa vain osaan konetta tai osaan yhtenä kokonaisuutena toimivaa koneyhdistelmää, on alijännitesuojan käynnistettävä tarkoituksenmukaiset ohjaustoimenpiteet, joilla varmistetaan toimintojen yhteen sopivuus.

11.10 Ohjaus- ja hallintalaitteiston sijoitus, asennus ja kotelointi

Hallinta- ja ohjauslaitteet on sijoitettava ja asennettava niin, että niille on helppo pääsy, sijaitsevat vaaravyöhykkeen ulkopuolella ja ne ovat selvästi nähtävissä. Sijoitettaessa ne huoltotasosta 0,4 – 2,0 m:n korkeudelle katsotaan niiden täyttävän vaatimukset helposta luokse päästävyydestä ja käsiteltävyydestä. Hallinta- ja ohjauslaitteilta on oltava esteetön näkyvyys koneen vaaravyöhykkeille tai laitteiden käytöstä on annettava kohdan 14 mukainen varoitus signaali. Ohjauslaitteistojen oviin ja kansiin ei saa asentaa kuin käyttö-, näyttö-, mittaus- tai jäähdytyslaitteita. Asennuksessa on huomioitava eri jännitteisten järjestelmien ryhmittely erilleen eri liitinryhmiin seuraavasti: pääpiirit, koneen ohjauspiirit ja muut ulkopuolelta syötetyt ohjauspiirit. Koteloinnissa on huomioitava koneen ympäristöolosuhteet. Koteloiden kansiin tai sivuihin tehtävissä asennuksissa on säilytettävä koteloinnin tiiveysluokka. Ohjauslaitteistotilojen ovien on oltava 0,7 m leveitä ja 2,1 m korkeita, avauttava ulospäin ja oltava sisältäpäin avattavissa ilman avainta tai työkalua. Jännitteisten osien ollessa paljaana ja laitteisto jännitteinen tulee oven olla 1,0 m leveä.

12 JOHTIMET

Koneessa on yleensä käytettävä kuparijohtimia. Mikäli käytetään alumiinijohtimia, on näiden vähimmäispoikkipinnan oltava 16 mm^2 . Riittävän mekaanisen lujuuden takaamiseksi ei johtimien poikkipinta saa olla taulukossa 3 annettuja pienempi.

Taulukko 3. Kuparijohtimien pienin sallittu poikkipinta [4]

		Johtimen, kaapelin rakenne				
Sijainti	Sovellutus	Yksi johdin		Monijohdinkaapeli		
		Taipuisa Luokka 5 tai 6	Kiinteä (luokka 1) tai kerrattu (luokka 2)	Kaksijohdin, suojavaipallinen	Kaksijohdin, suojavaipaton	Kolme tai useampi johtimia, suojavaipallinen tai suojavaipaton
Kotelon (suojaavan) ulkopuolella	Pääpiirit, kiinteät	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Pääpiirit, kohdistuu jatkuvaan liikettä	1,0	–	0,75	0,75	0,75
	Ohjausvirtapiirit	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Tietoliikenne	–	–	–	–	0,08
Kotelossa ¹⁾	Tehopiirit (liitokset eivät liiku)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Ohjausvirtapiirit	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Tietoliikenne	–	–	–	–	0,08

HUOM. Kaikki poikkipinnat ovat mm^2 .

¹⁾ Ellei yksittäisissä standardeissa ole erikoisvaatimuksia, ks. myös 12.1.

Johtimien eristysmateriaalin on sovellettava vaadittaville testausjännitteille. Testausjännite on PELV-piireille $500 \text{ V}_{\text{a.c}}$ ja muille $2000 \text{ V}_{\text{a.c}}$ 5 minuutin ajan. Eristyksen mekaanisen lujuuden on kestävä käytössä koneen aiheuttamat rasitukset ja asennettaessa vetorasitukset. Johtimissa tapahtuva jännitteen alenema normaalissa käyttötilanteessa saa olla enintään 5 % nimellijännitteestä.

Kuormitettavuus riippuu monesta eri tekijästä esimerkiksi eristysaineesta, johtimien lukumäärästä, ryhmittelystä, asennusmenetelmistä ja ympäristön lämpötilasta. Mekaaninen mitoitus on suunniteltava niin, ettei vetojännitys ylitä 15 N/mm^2 . Liitännät, erikoisesti suojajohdinpiirien, on varmistettava irtaamiselta. Johtimien ja liittimien on sovittava keskenään poikkipinnoille ja johdinlajeille. Kahden tai useamman johtimen kytkeminen yhteen liittimeen sallitaan vain, jos liitin on tähän tarkoitukseen suunniteltu. Kuitenkin vain yhden suojajohtimen saa kytkeä yhteen liittimen kytkentäpisteeseen. Kerrattua johdinta liitettäessä on käytettävä johtimen säikeet kokoavaa johdinpäätettä, jos laitteella tai liittimellä ei ole tätä ominaisuutta. Juottamista ei saa käyttää tähän tarkoitukseen.

Jokainen johdin on voitava tunnistaa jokaisessa liitoksessa teknillisten asiakirjojen mukaisesti. Johtimien tunnistaminen on suositeltavaa käyttämällä



numeroita, kirjaimia, värejä tai näiden yhdistelmiä. Suojajohtimen tunnistamisen on oltava helppoa joko muodon, sijainnin, merkinnän tai värin perusteella. Värijärjestelmään perustuvassa tunnistamisessa värin on oltava Kelta-Vihreää ja väriyhdistelmää on käytettävä johtimen koko pituudella.

13 MOOTTORI

Moottoreiden olisi oltava standardisarjan IEC 60034 vaatimusten mukaisia. Suojausvaatimukset moottoreille ja niihin liittyville laitteille annetaan standardissa SFS-EN 60204–1. Moottorit ja siihen liittyvät mekaaniset laitteet on asennettava niin, että niillä on riittävät suojaukset ja niiden vaatimat huolto- toimenpiteet yms. voidaan suorittaa helposti. Jäähtyvyydelle asetettujen vaatimusten tulee täyttyä, ettei moottorin eristysluokan suurinta sallittua lämpötilaa ylitetä huonoimmassakaan tapauksessa. Moottorin oikealla valinnalla on merkittävä vaikutus sen vaatimiin suojauksiin ja vastaaviin seikkoihin. Kaikkien moottoreiden on täytettävä vähintään kotelointiluokka IP 23, ympäristö tai sovellutuksesta saattaa tulla ankarampiakin kotelointi vaatimuksia. Moottorin valinnassa on huomioitava erityisesti seuraavat seikat:

- moottorin tyyppi
- käyttöjakson tyyppi (IEC 60034-1)
- käytetäänkö moottoria tietyllä nopeudella vai muutetaanko sen nopeutta (muuttuva vaikutus jäähdytykseen)
- tärinä
- moottorin ohjauksen tyyppi
- jännitteen tai virran yliaaltojen vaikutus lämpenemiseen (erityisesti kun moottoria syötetään staattisella muuttajalla)
- käynnistystapa ja käynnistysvirran mahdollinen vaikutus syötön muihin käyttäjiin ottaen huomioon virtaa jakavan sähkölaitoksen mahdollisesti asettamat vaatimukset
- ajasta ja nopeudesta riippuva kuorman aiheuttaman vastamomentin muuttuminen
- kuorman suuren hitausmomentin vaikutus
- vakiomomentti- ja vakiotehokäytön vaikutus
- muuttajan ja moottorin välissä mahdollisesti tarvittavat kuristimet.

14 VAROITUSKILVET, VAROITUSLAITTEET JA MERKINNÄT

Koneiden sähkölaitteet ja kotelot on merkittävä standardin IEC 60417–5036 vaatimusten mukaisella varoitusmerkillä , ellei muuten käy ilmi sähköisen järjestelmän olemassa olo. Toinen standardin mukainen merkintä varoittaa kuumista pinnoista, mikäli sellainen on tarpeen. Merkinnän on oltava standardin IEC 60417–5041 mukainen varoitusmerkki .

Merkintöjen on oltava selkeitä ja pysyviä, niiden on sijaittava laitteessa tai sen vieressä. Merkintöjen on oltava sellaisia kuin toiminnanharjoittajan ja toimittajan välillä on sovittu, kuitenkin suositeltavaa on käyttää standardien IEC 60417–DB/2002 ja ISO 7000 mukaisia kuvatunnuksia. Laitteistossa on lisäksi kunkin syötön viereisessä kotelossa oltava nimikirje, mikä sisältää seuraavat tiedot:

- toimittajan nimi tai tavaramerkki
- tarvittaessa sertifiointimerkki
- sarjanumero, mikäli se on käytettävissä
- mitoitusjännite, vaiheiden lukumäärä ja taajuus (vaihtosähköllä) ja jokaisen syötön täyden kuormituksen virta
- laitteiston nimellinen oikosulkuvirta
- päädokumentin numero (ks. 62023).

Nimikilvessä esitetyn täyden kuormituksen virran on oltava vähintään kaikkien käynnissä olevien moottorien ja muiden samanaikaisesti toiminnassa olevien laitteiden normaalissa käytössä esiintyvä virta.

Käytettäessä ainoastaan yhtä moottorin ohjainta, tiedot voivat olla selvästi näkyvissä koneen nimikilvessä.

Varoituslaitteiden tehtävänä on välittää informaatiota koneelta vaaralle alttiiksi joutuville henkilöille ja käyttäjille. Työlaitteessa olevien varoituslaitteiden on oltava yksiselitteisiä ja helposti havaittavissa ja ymmärrettävissä. Näköön perustuvan signaalin on sijaittava näkökentässä ja omattava sopiva värikontrasti ja valoisuus. Hyväksyttävissä oleva pystysuuntainen vyöhyke on välillä katselinjasta 25° yläviistoon ja 55° alaviistoon. Suositeltavin alue on vaakatasosta alaviistoon 30°. Vaakasuuntainen hyväksyttävä alue on keskilinjan

kummallekin puolelle 50° ja suositeltava 25°. Ääneen perustuvan signaalin on erotuttava ympäristön aiheuttamasta äänestä.

Merkinnät on oltava koneen käyttöä oikein mitoitettuja, varmasti kiinnitettyjä, luettavia ja väriltään kestäviä. Varoituslaitteista ja merkinnöistä on tarkemmat standardit SFS-EN 61310-1 ja SFS-EN 61310-2. Näissä standardeissa on ohjeet myös sähköjärjestelmiä varten.

15 DOKUMENTOINTI

Dokumentointia koskevat seuraavat vaatimukset, elleivät valmistaja ja toiminnanharjoittaja ole toisin sopineet:

- dokumentaation on oltava standardisarjan IEC 61082 asiaankuuluvien osien mukainen
- viitetunnuksien on oltava standardisarjan IEC 61346 asiaankuuluvien osien mukaisia
- ohjeiden ja käsikirjojen on oltava standardin IEC 62079 mukaisia
- toimitettavien osaluetteloiden on oltava standardin IEC 62027 luokan B mukaisia.

Dokumentoinnin on kuitenkin sisällettävä asennusdokumentit, yleis- ja toimintakaaviot, piirikaaviot, käyttöohjeet, kunnossapito-ohjeet ja osaluettelot. Asennusdokumenttien on annettava kaikki koneen käyttöönottoa valmistelemaan (mukaan lukien käyttöönotto) työhön tarvittavat tiedot, esim. seuraavan luettelon mukaiset:

- Työmaalla asennettavien syöttökaapelien suositeltava paikka, tyyppi ja poikkipinta-ala on esitettävä selvästi.
- Sähkölaitteiston syöttöjohtimien ylivirtasuojalaitteen (-laitteiden) tyyppin, ominaisuuksien, mitoitusarvojen ja asetteluvalintaa varten tarpeellinen tieto on esitettävä.
- Toiminnanharjoittajan toimittamien perustukseen tulevien kaapelinsuojakanavien koko, tarkoitus ja sijainti on tarvittaessa yksilöitävä.

- Toiminnanharjoittajan toimittamien koneen ja siihen kuuluvien laitteiden välisten kaapelinsuojakanavien, kaapelihyllyjen tai kaapelitukien koko, tyyppi ja tarkoitus on yksilöitävä.
- Piirustuksen on tarvittaessa esitettävä sähkölaitteiden vaihtoa ja kunnossapitoa varten tarvittavat tilat.
- Tarvittaessa on toimitettava ulkoinen johdotuskaavio tai -taulukko. Tämän kaavion tai taulukon on annettava täydelliset tiedot kaikista ulkoisista liitännöistä. Missä sähkölaitteiden on tarkoitettu toimivan useammalla sähkön syötöllä, on ulkoisen johdotuskaavion tai -taulukon osoitettava kunkin syötön käyttöön tarvittavat muutokset tai yhteenliitännät.

16 TODENTAMINEN

Sähköjärjestelmien todentamisen laajuus esitetään konetyypeille tarkoitetuissa tuotestandeissa. Ellei tuotestandardia ole, todentamisen on sisällettävä seuraavat kohdat:

- sähkölaitteisto on teknillisen dokumentaation mukainen
- kosketusjännitesuojauksen ollessa toteutettu syötön automaattisella poiskytkennällä, sille asetetut ehdot on todennettava standardin SFS-EN 60204-1 kohdan 18.2 mukaisesti
- toiminnalliset testit

Lisäksi se saattaa sisältää yhden tai useamman seuraavista kohdista

- eristysresistanssimittaus
- jännitekoe
- suojaus jäännösjännitteeltä

Testaukset on tehtävä asianmukaisten IEC-standardien mukaisilla mittalaitteilla. Toimenpiteiden tulokset on dokumentoitava.

TN-järjestelmän koneessa on tehtävä jokaiselle suojajohdinpiirille jatkuvuuden todentaminen, PE-liittimen ja kunkin suojajohdinpiirin osan välinen resistanssi mitataan virralla, joka on välillä 0,2 - 10A. Saatujen tuloksien on vas-

tattava johtimien poikkipinnan, pituuden ja materiaalin mukaisien ominaisuuksien odotettuja arvoja. Pääpiirien johtimien ja suojajohdinpiirin välinen eristysresistanssi on myös mitattava ja sen on oltava vähintään 1 M Ω mitattuna 500 V:n tasajännitteellä. Erikoisosille sallitaan pienempi eristysresistanssi, joka on kuitenkin vähintään 50 k Ω esim. laahausjärjestelmille ja liukurenkaille. Mikäli tehdään jännitekoe, koejännitteen on oltava kaksinkertainen laitteiston mitoitusjännitteeseen nähden tai vähintään 1000 V, jos mitoitusjännite on alle 1000 V. Koejännitteen on vaikutettava pääpiiriin johtimiin ja suojajohdinpiiriin vähintään sekunnin ajan. Koneiden sähkölaitteistojen toiminnot on testattava.

17 TARKASTUKSET

Valtioneuvoston päätöksessä 856/1998 (ns. käyttöpäätös) annetaan määritelmät työssä käytettävien koneiden tarkastamisesta. Käyttöpäätöksessä on lueteltu koneet/laitteet, joille on tehtävä käyttöönottotarkastus ja määräaikaistarkastus. Muilla koneilla työnantajan tulee varmistaa, että työväline pidetään koko sen käyttöiän riittävän huollon avulla sellaisessa kunnossa, että se täyttää turvallisuudelle asetetut vaatimukset. Tarkastuksen suorittajalle asetetaan päätöksessä vaatimukset, mitkä hänen tulee täyttää.

Vanhoille koneille asetettavat vaatimukset esitellään käyttöpäätöksen luvussa 2, kuten aikaisemmin kohdassa 7 on mainittu. Tarkastuksessa huomioitavat asiat on käsitelty aikaisemmissa luvuissa.

17.1 tarkastaja

Tarkastajan tulee olla, ellei tarkastajan pätevyydestä toisin säädetä, työvälineen rakenteeseen, käyttöön ja tarkastamiseen riittävän perehtynyt henkilö. Tarkastajan tulee pystyä havaitsemaan mahdolliset viat ja puutteet sekä arviomaan niiden vaikutukset työturvallisuuteen. Tarkastuksesta on pidettävä pöytäkirjaa, joka on säilytettävä vähintään kaksi vuotta, ellei toisin säädetä.

17.2 tarkastuslista

Työn aikaisemmat kohdat antavat seikkaperäisen selonteon koneen turvallisuuden vaikuttavista, sekä sähköisistä että muista työturvallisuuslain asettamista vaatimuksista. Työturvallisuuslain perusteella annetuin valtioneuvoston päätöksiin on tarkennettu koneiden turvallisuuteen liittyviä toimenpiteitä ja vaatimuksia. Näiden avulla on laadittu liitteen mukainen tarkastuksella käytettäväksi tarkoitettu tarkastuslista.

.

18 YHTEENVETO

Työn tuloksena on laadittu tarkastuslista, mikä täyttää tarkastuksilta vaaditun laatutason. Työn aikana suoritettu todellinen tarkastus, tehtynä sen hetkisen listan avulla, ei vielä täyttänyt tarkastuksen laatutasoa. Tarkastuksen jälkeen täydennettyä listaa ei ole käytetty todellisella tarkastuksella. Standardeja, lakia ja säädöksiä vasten verrattaessa uudistettu lista antaa kattavan otannan.

Kokonaisuudessaan työ ei kata koneen vaatimustenmukaisuuden arviointia, sillä siihen kuuluu mekaaninen rakenne ja sen turvallisuus, ohjauspiirien, logiikoiden ja ohjelmien osalta, tapahtuva turvallisuusluokitus ja sekä varmuus että luotettavuus. Kummankaan jälkimmäisistä kokonaisturvallisuuden arvioimiselle pelkkä sähkövoimatekniikka ei anna riittävää pohjaa. Näiden jälkimmäisten osalta toivonkin jonkun innostuvan asiasta ja jatkavan koneiden vaatimustenmukaisuuden arviointiin saatavan kokonaisvaltaisen tarkastuslistan laadintaa.

VIITELUETTELO

- [1] Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004
- [2] Työsuojelujulkaisu 57.
- [3] <http://www.tyosuojelu.fi/fi/koneturvallisuus> 14.3.2008
- [4] Standardi SFS-EN 60204-1
- [5] Standardi SFS-EN 60529
- [6] Standardi SFS EN ISO 13849-1

LÄHDELUETTELO

Työsuojelupiirin sivu www.tyosuojelu.fi/fi/koneturvallisuus

Valtioneuvoston päätös koneturvallisuudesta 2314/1994 Ns. Konepäätös

Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta 1410/1993

Valtioneuvoston päätös työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 856/1998 Ns. Käyttöpäätös

Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004

Työturvallisuuslaki 738/2002

Työturvallisuuslaki 299/1958

Työsuojelujulkaisu 42 Käyttöpäätöksen soveltamissuosituksia - koneiden turvallisuuden vaatimukset

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 98/37/EY

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY

Koneiden sähkölaitteisto. osa1 SFS 60204-1

Standardi SFS-EN 60204-1 vuodelta 2006

Standardi SFS-EN 60529

Standardi SFS EN ISO 13849-1

Tarkastus käynti Saint-Gobain Isover Oy Hyvinkään tehtaalla

TARKASTUSLISTA

Riskien arviointi										
onko riskien arviointi suoritettu yleisesti (kohta 9)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	Puutteellinen					<input type="checkbox"/>
onko ohjausjärjestelmän riskit arvioitu (kohta 11)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	Puutteellinen					<input type="checkbox"/>
Yleisiä asioita										
ovatko koneessa tarpeelliset merkinnät (kohta 14)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
ovatko piirustukset ja muut tiedot oikein/käytettävissä (kohta 15)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
onko turvatoiminnoille määritetty suoritus-taso? Mihin on päädytty (kohta 9.1)	a	<input type="checkbox"/>	b	<input type="checkbox"/>	c	<input type="checkbox"/>	d	<input type="checkbox"/>	e	<input type="checkbox"/>
onko toimintakokeet suoritettu (kohta 16)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
onko toimittajan asennusohjeet käytettävissä (kohta 10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
SÄHKÖISET VAATIMUKSET										
onko toimittajan asennusohjeet käytettävissä (kohta 10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
Sähkön syöttö										
kestävätkö sähköjärjestelmät sähkönsyötön olosuhteet (kohta 10.1)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
Ympäristö- ja käyttöolosuhteet										
Onko ympäristön- ja käyttöolosuhteet otettu huomioon (kohta 10.2)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
Vastaavatko maadoitus merkinnät vaatimuksia (kohta 10.2)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
Liitäntä, erotus- ja katkaisulaitteet										
Onko useammalla syötönerotuskytkimellä varustettu lukituskytkennöin (kohta 10.3)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
onko erolutuslaite ja erottaako se kaikista energialähteistä (kohta 10.3)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
onko se lukittavissa auki asentoon (kohta 10.3)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
onko avausväli nähtävissä tai onko selvä asennon osoitus (kohta 10.3)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
täyttyykö korkeus huoltotasosta (kohta 10.3)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						
onko piireille joita erotuskytkin ei katkaise oma erillinen erotuskytkin (kohta 10.3)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>						

Suojaus sähköiskulta					
vastaako vähimmäisvaatimusta tai käyttöolosuhteita IP-luokka (kohta 10.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
toimiiko syötön automaattinen poiskytkentä riittävän nopeasti (kohta 10.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
täyttyvätkö PELV järjestelmä vaatimukset (kohta 10.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
laitteiston suojaaminen					
ylivirtasuojauksen kunnossa (kohta 10.5)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
Potentiaalintaus					
suojaohjaimen poikkipinta riittävä (kohta 10.6)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
suojaohjaimen jatkuvuus kunnossa (kohta 10.6)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
onko yli 10mA:n maavuoto huomioitu (kohta 10.6)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
OHJAUSPIIRIT					
ohjausmuuntaja	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
Toimintatapa					
onko valinta kunnossa (kohta 11.1)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
säilyvätkö turvatoiminnot (kohta 11.1)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
turvatoiminnot poissa onko käytetty muita suoja toimenpiteitä (kohta 11.1)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
Toiminta					
ohittaako pysäytys käynnistyksen (kohta 11.2)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
pysäytyksen jälkeen käynnistyy (kohta 11.2)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
Käynnistäminen					
vain tietoisesti (kohta 11.3)					
jos automaattinen voiko vaaratilanne esiintyä (kohta 11.3)					
Pysäyttäminen					
pysäyttääkö hallintaelin turvallisesti ja täydellisesti (kohta 11.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
onko jokaisessa työpisteessä pysäyttävä hallintaelin (kohta 11.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
onko sillä/niillä ensisijainen asema käynnistykseen nähden (kohta 11.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
pysäyttymistoiminnon luokka (kohta 11.4)	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
Hätätoiminnot					
onko laitteessa hätäpysäytin (kohta 11.5)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
pysäyttääkö riittävän alueen (kohta 11.5)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
ovatko ne helposti tavoiteltavissa (kohta 11.5)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
onko kuittaus (kohta 11.5)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>	
hätäpysäytyksen luokka	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	

Hallintalaitteet												
ovatko selvästi nähtävissä (kohta 11.10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
ovatko asianmukaisesti merkitty (kohta 14)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
sijaitsevatko vaaravyöhykkeen ulkopuolella (kohta 11.10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
onko tila riittävä (kohta 11.10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
onko riittävä näkyvyys koneen alueelle tai käynnistyksen varoitus (kohta 11.10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
vastaako käyttöolosuhteita IP-luokka (kohta 10.4)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
Ohjausjärjestelmät												
minkä luokan ohjausjärjestelmään päädytty (kohta 11)	B	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>		
vastaako ohjausjärjestelmä vaadittua luokkaa (kohta 11)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
onko ohjauspiirin maasulun aiheuttama tarkoitukseton käynnistyminen tarkasteltu (kohta 11.9)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
onko sijoittelu ja kotelointi oikein (kohta 11.10)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
Toimintaan lukitukset												
onko yhteistoiminnallisia lukituksia käytetty oikein (kohta 11.7)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
Johdotus												
ovatko liitokset oikein	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
onko suojojohdon jatkuvuus todettu	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
Sähkölaitteiston todentaminen												
vastaako teknillistä (kohta 16)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
syötön automaattisen poiskytkennän todentaminen (kohta 16)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
eristysresistanssin mittaus ≥ 1MΩ (kohta 16)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
valaistus												
onko valaistus riittävä	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								
VAROITUSKILVET												
ovatko varoitukset kunnossa (kohta 14)	EI	<input type="checkbox"/>	Kyllä	<input type="checkbox"/>								